FONDO PIZZOFALCONE

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio XX

Palchetto

Num.° d' ordine 2-E 17

N.

NAZIONALE

B. Prov.

I

175

R. BIBLIOTECA

VITT. EM. III

NAPOLI

B. P
I
175

LA CHIMIE PNEUMATIQUE

APPLIQUÉE

aux Travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, etc.

Cet Ouvrage se vend :

A *Genève*, chez J. J. Paschoud, Imprimeur-Libraire.
A *Bruxelles*, chez P. J. Demat, Libraire.
A *Lille*, chez Toulotte, Libraire.
A *Amsterdam*, chez G. Dufour, Libraire.

AVIS DE L'AUTEUR.

Nota. Pour la plus claire et la plus correcte explication des Planches le lecteur est invité à consulter la Table page 253.

On a voulu seulement rendre les idées sensibles par les figures.

606327

LA
CHIMIE PNEUMATIQUE
APPLIQUÉE

Aux Travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, les Fosses, etc.

Móyens de se préserver de l'Acide Carbonique, de l'Azote, et de pénétrer au milieu des Gaz irrespirables. — Secours divers.

Non ne vides audivis ve perire in tempore parvo
Quam soleant.....
LUCRET.

PAR C. A. BRIZÉ-FRADIN,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

IMPRIMERIE DE BRASSEUR AINÉ.

PARIS,

GAUTIER ET BRETIN, *à la Librairie Protestante*, rue Saint-Thomas-du-Louvre, N°. 30.

1808.

PRÉFACE.

DEPUIS plusieurs années je m'étais occupé d'un appareil qui pouvait être employé dans les naufrages : l'habitude de la méditation, la continuité d'efforts, la persévérance dans les résolutions agrandissent la sphère de nos idées, étendent pour nous la limite des possibles ; une conception simple, dans son principe, m'a fourni dans la suite l'occasion d'embrasser un système de secours plus vaste, plus complet. En réfléchissant sur la cause

tant les écrits des grands maîtres, j'empruntai à la science les moyens d'être utile à l'humanité.

Après avoir acquis ces connaissances préliminaires, je voulus déterminer les cas d'applications à la marine et au commerce : je recueillis dans mes voyages des observations importantes, l'avis des ingénieurs les plus habiles, les conseils des marins les plus expérimentés.

Des essais, perfectionnés avec le temps, m'ont prouvé qu'il était facile de concentrer l'acte de la respiration, de manœuvrer dans des vaisseaux fermés.

Dans le cours de mes travaux j'ai souvent remarqué des inventions heureuses, dont l'usage n'est pas assez

répandu parmi nous. Aussi jaloux de voir adopter des procédés connus que d'en créer de nouveaux, je me suis fait un devoir de les décrire, de les recommander avec instance, et de rattacher à mon plan une partie historique si intéressante.

J'ai déjà trouvé ma récompense dans mes longues recherches; l'idée d'être utile aux malheureux a été pour moi une source de consolations et de jouissances : si j'ai le bonheur de voir accueillir cet ouvrage je serai encouragé à me livrer à d'autres travaux.

EXPOSÉ ANALITIQUE.

La chimie pneumatique nous permet d'observer dans les vaisseaux fermés deux phénomènes analogues; la respiration, la combustion. Si l'on parvient à s'isoler des fluides délétères, à concentrer les fonctions respiratoires dans les petits espaces, de manière à y conserver la faculté de manœuvrer, on pénétrera sans danger dans les puits, les mines, les fosses; on exécutera quelques travaux sous l'eau; on pourra créer une branche de secours. Tel est le but de ce travail.

Afin de mieux faire ressortir les procédés indiqués par les sciences modernes, il convient de les comparer avec ceux des anciens, et de suivre ainsi les progrès de l'esprit humain sur cette matière.

L'art de respirer dans les vaisseaux fermés a été connu, pratiqué chez les peuples de l'antiquité; Végèce, Robert Valture son commentateur, Swart nous ont laissé des traces de ces inventions, imparfaites sans doute, car il manquait aux anciens le besoin, les théories solides, les bons instrumens.

Cet art a dû faire des progrès chez les nations maritimes, intéressées à réparer les malheurs inséparables de la navigation; il était avantageux de s'assurer de l'état des baies, des rades, des écluses, de pouvoir relever les vaisseaux échoués: l'avidité ne regarda pas seulement la surface de la mer comme un passage; elle considéra la profondeur de l'abîme comme un domaine; les éponges, les perles, les coraux redevinrent des objets de spéculation.

Comme il est impossible à l'homme de séjourner plus de deux minutes sous l'eau, les habitudes amphibies étant incompatibles avec notre organisation, l'art chercha les moyens de respirer et de manœuvrer sous l'eau.

Sturmius, professeur allemand, inventa la cloche du plongeur. D'après a lettre de M. Panthot, membre de l'Académie française, cet appareil fut employé avec succès en Es-

pagne; on s'en servit pour retirer de la mer plusieurs millions de piastres.

Les plongeurs ne pouvaient rester longtemps *in aëre non diffiato;* il fallait remonter souvent à la surface pour recevoir une nouvelle provision d'air.

M. Halley, déjà connu par des services signalés rendus à la marine anglaise, opéra ce renouvellement d'air par des moyens aussi simples qu'ingénieux; il fit usage de deux barillets garnis en plomb, contenant un air comprimé *par le poids de l'eau;* cet air est introduit dans la cloche à l'aide d'un long tuyau, terminé par un robinet.

Depuis, M. Spalding, breveté pour l'entreprise des sauvetages, considéra que la cloche était exposée à rencontrer des rochers; un choc pouvait la renverser, compromettre la vie des plongeurs; il plaça donc le point d'appui au fond de l'eau; à l'aide d'une poulie et d'une corde il dirige la cloche vers cette masse, entretient constamment la verticalité du mouvement de l'appareil.

Dans la foule des inventions analogues on a remarqué un traité qui parut en 1774. M. de la Chapelle ramena la construction du scaphandre aux lois de la physiologie et

de l'hydrostatique ; il combina savamment le volume d'eau déplacé par l'homme avec la pesanteur spécifique du liége ; il rectifia les idées du sieur Bonnal, qui, privé de tout principe, inventa un scaphandre exposé depuis aux galeries du muséum des arts.

Si le spencer anglais, moins compliqué dans sa construction, était dimensionné d'après les règles posées par M. de la Chapelle, on obtiendrait un chef-d'œuvre en ce genre : cette invention, très-utile pour se préserver d'un danger, ne peut être employée comme moyen de secours ; on maintient le plongeur à la surface, tandis que le péril a lieu au-dessous de la ligne de dénivellation.

L'étude, les progrès de la navigation firent propager parmi les Anglais une conception bien étrange ; on imagina la navigation sous mer : le père Mersenne, Wilkins nous ont transmis les moyens de diriger ces inventions.

Ces appareils, envisagés d'abord comme de simples expériences, ont été proposés, employés depuis comme moyens militaires. J'ai exprimé à cet égard une opinion opposée, qui peut très-bien convenir dans un livre,

mais qui serait déplacée dans une exposition analitique de faits et d'applications nouvelles.

Pour opérer diversion dans l'esprit des lecteurs j'ai donné la description du bateau de secours de Nortumberland, celle des balises de M. Logan, monumens élevés par le génie en faveur de l'humanité.

C'est ainsi que se termine la première partie de l'ouvrage, destinée à exposer les procédés comparés des anciens et des modernes.

La seconde partie du travail renferme la théorie de la respiration à l'air libre, ses effets dans les vaisseaux fermés, et les nombreuses applications comme moyen de secours.

On a rapporté les premières expériences qui ont fait reconnaître dans l'air respirable deux gaz élémentaires; l'oxigène et l'azote : l'un communique le mouvement et la vie; l'autre est destiné à tempérer la force de l'air vital, de même que l'eau sert à modérer l'énergie des liqueurs : l'un est agent principal; l'autre est auxiliaire.

On examine les divers effets de la respiration sur l'air, l'absorption, l'augmentation

de chaleur ; on a retracé le phénomène de l'oxigénation, rendu sensible par les expépériences d'Hewson, Lover, Hamilton, Godwin. Le poumon étant le soufflet de la vie, l'instrument de l'oxigénation, on a décrit cet organe, son mécanisme soumis à l'influence du cerveau d'après les observations récentes des physiologistes.

L'acte de la respiration étant une décomposition à l'air libre, elle s'opère dans des vaisseaux fermés, en remplissant les conditions suivantes :

1°. Restituer à l'azote la quantité d'air vital absorbé ;

2°. Précipiter l'acide carbonique ;

3°. Prévenir les effets de la condensation et ceux de la raréfaction ;

4°. Fixer les limites dans lesquelles la transpiration cutanée peut avoir lieu ;

5°. Examiner quel est le *maximum* de force que l'homme peut alors employer.

Or, ces cinq propositions peuvent être ramenées à des faits.

1°. On conçoit facilement un réservoir souple, imperméable, contenant la matière de l'oxigène, communiquant à l'appareil fermé. A chaque inspiration il s'opère un vide subi-

tement remplacé par le poids de la colonne d'air; la nature fait tous les frais de l'expérience : la restitution de l'air vital à l'azote est donc rigoureusement nécessaire dans l'appareil fermé.

2°. L'acide carbonique sera plus facilement absorbé par la potasse caustique, légèrement imbibée;

3°. La condensation est impossible; car les lois naturelles, qui président à l'expérience, établissent constamment dans l'appareil la régularité, l'uniformité de dépense. Il en est de même de la raréfaction; les gaz, mis en contact, doivent former par l'effet de leur mélange successif une température moyenne, toujours supportable pendant la courte durée des travaux;

4°. La transpiration, imperceptible à l'air libre, serait sensible, et sous forme aqueuse, si les appareils adhéraient à la peau; on facilitera cette transpiration dans un espace de 100 décimètres cubes;

5°. Si l'on veut fixer la quantité de force que l'homme peut employer, il convient d'envisager le poumon comme un dynamomètre assez exact : on sait que le nombre des inspirations, des pulsations, que les

quantités pondérales élevées à certaines hauteurs, forment des termes réciproques et proportionnels. On a cité à l'appui de cette loi les expériences de M. Séguin, rapprochées des théories de MM. Lambert et Coulomb sur l'emploi des forces humaines.

On a proposé des appareils pneumatiques pour suppléer à l'oxigène dans certaines circonstances : comme l'air est comprimé dans les réservoirs, on a indiqué la formule de la dépense de l'air par les petits orifices; on a proposé divers moyens de dégagement d'air excédant, soit par des soupapes à jeu très-sensible, soit par la voie de suintement.

Après avoir énoncé les moyens de concentrer l'acte de la respiration il fallait déterminer les cas d'application.

On ne peut employer les enveloppes flexibles pour pénétrer sous l'eau; à quatre mètres de niveau on est exposé à succomber sous le poids de la colonne; en voulant gagner en profondeur on perd en souplesse, en facilité de mouvement; il faut ajouter à l'épaisseur des enveloppes. Le plongeur, lesté par des poids proportionnels au volume d'eau déplacé, peut s'enfoncer dans la vase, s'em-

barrasser dans les plantes de la mer; muni d'une sonde, il est forcé de chercher un fond sablonneux, ferme; toujours occupé de sa conservation, il lui est difficile d'exécuter de longs travaux.

D'après l'avis des ingénieurs de la marine, et les observations dans divers ports, les machines à plonger, supposées à l'abri de l'infiltration, seraient plus utiles si l'on pouvait parcourir à volonté la ligne verticale, exécuter diverses progressions, suivre dans la manœuvre les inflexions, les courbures, les formes elliptiques du bâtiment, constater, réparer les voies d'eau : or, ces moyens d'exécution sont au-dessus des forces humaines. Le plongeur se trouve ou au fond ou à la surface; il lui est impossible de rester en équilibre au milieu de l'eau : ainsi, d'après les calculs, les expériences, les appareils sous l'eau sont des entreprises dont le succès est difficile. Mon but étant de présenter des secours, j'ai dû prémunir contre des dangers réels à certaines profondeurs.

La cloche du plongeur est un moyen d'éviter le poids de l'eau, et de pouvoir respirer et manœuvrer à certaines profondeurs;

Mais cet appareil offre plusieurs inconvéniens :

1°. L'air condensé occasionne dans les oreilles une douleur insupportable ;

2°. La dégénération successive de l'air tend constamment à asphyxier les plongeurs.

Le troisième inconvénient n'est que supposé ; on croit assez généralement que la pression de l'air sous l'eau a les mêmes résultats que l'eau elle-même.

On peut opposer à ce préjugé les écrits de M. Halley ; c'est ainsi qu'il s'exprime :

« J'ai été moi-même l'une des personnes « qui ont plongé jusqu'à la profondeur de « dix brasses sans être incommodé ; nous « sommes restés pendant une heure et demie; « j'aurais même pu y rester plus long-temps, « car rien ne s'y opposait. »

Mais comment peut-on résiter à cette énorme pression de l'air condensé ?

La solution raisonnée se trouve dans les caractères et les propriétés de la force vitale.

1°. On prévient la douleur des oreilles

par des couches de coton, par un enduit en cire qui recouvre le pavillon;

2°. Pour obtenir un air pur on place sous la cloche plusieurs réservoirs d'oxigène comprimé avec précaution; la dépense en est déterminée par des régulateurs, et par une échelle indiquant la quantité d'air absorbé.

La respiration sous la cloche offre un phénomène particulier; on remarque que l'air expiré, éminemment plus chaud en sortant du poumon, va prendre son rang dans la partie supérieure de la cloche; l'azote, l'oxigène excédant, l'acide carbonique s'y élèvent dans l'état de mélange.

Il est donc nécessaire de suivre cette marche des gaz expirés, afin de leur faire subir les transformations nécessaires.

L'air traverse d'abord plusieurs couches horizontales de potasse caustique; l'acide carbonique est donc enveloppé et précipité.

L'air est forcé de circuler dans un réservoir, et de parcourir des surfaces de glace pilée; c'est par ce moyen que la température se trouve constamment abaissée.

Mais l'appareil ne peut être considéré comme un calorimètre exact; car l'eau qui se

trouve dans la partie inférieure de la cloche peut produire des effets qui se confondent avec ceux qui ont lieu dans la partie supérieure; de là l'impossibilité d'analiser les résultats.

Comme il est nécessaire de se procurer de la lumière, voici le procédé employé :

La matière de l'oxigène est renfermée dans une enveloppe souple, imperméable; l'air, comprimé dans la cloche, exerce sa force de ressort contre la paroi docile du réservoir, et force le gaz à s'échapper; l'air vital est dirigé vers la flamme d'une lampe construite d'après le système d'Argant; elle est placée dans un cylindre en verre; au chapiteau se trouve un réservoir d'eau de chaux destinée à modérer les effets de la chaleur, à absorber l'acide carbonique, et à recevoir les produits de la combustion.

Les phénomènes analogues de la respiration et de la combustion sont donc imités et dirigés par les mêmes lois; la vie du plongeur, la flamme qui l'éclaire sont animés par des principes uniformes et concordans.

C'est ainsi que la chimie pneumatique

établit sous la cloche une sorte de création, une existence artificielle, dont la durée peut être prolongée indéfiniment.

Cet art de concentrer la respiration est destiné à recevoir des applications utiles et nombreuses. Pour mieux faire apprécier ces avantages je vais choisir le cas le plus difficile, malheureusement trop commun, et donner à mon idée quelques développemens.

Je suppose des malheureux surpris dans des caves ou dans des souterrains par la présence de l'acide carbonique, par les vapeurs fuligineuses, ou les effets meurtriers de liqueurs en fermentation.

Ce foyer est d'un accès difficile; si l'on tente d'y pénétrer on est exposé à partager le sort des victimes.

Dans cette situation pénible il faut,

1°. Se mettre à l'abri de l'influence dangereuse du fluide environnant;

2°. Pénétrer dans des asiles inconnus, porter de la lumière au milieu de ces gaz incomburans;

3°. Etablir des courans d'air, et porter les secours convenables.

Comme les moyens doivent varier suivant

les lieux et les circonstances, voici ceux employés :

L'ouvrier place sur ses épaules une légère carcasse en fil de fer; elle est rendue immobile par une suspensoire; l'intérieur est destiné à recevoir une petite capsule contenant la potasse.

Cette carcasse est garnie d'une peau qui couvre la tête, les bras, et se termine à la ceinture; une toile mouillée empêche l'air de pénétrer dans l'appareil : en enveloppant le milieu du corps on a pratiqué des ouvertures, on a placé des verres pour faciliter l'usage de la vue.

Un réservoir d'air comprimé, ou simplement un ventilateur, est placé à distance convenable du lieu du danger; à l'extrémité du réservoir est un tuyau léger, mince, solide, à l'abri de la pression; sa longueur peut être indéterminée; une des extrémités de ce canal est attachée à l'appareil dont l'ouvrier est revêtu; ce canal lui fournit un air frais, abondant, et l'isole du fluide dangereux.

On se demande comment l'ouvrier pourra pénétrer dans l'interieur des bâtimens et dans les sinuosités du souterrain; il marche à sa perte, car il est sans guide : on a prévu cette objection.

Le long conduit qui transmet l'air à l'ouvrier est le fil d'Ariane, qui dirige ses pas dans les détours du labyrinthe; ce conduit peut lui servir pour communiquer au-dehors des signaux de retraite.

Mais comment introduire, comment conserver la lumière parmi les gaz impropres à la combustion ?

L'ouvrier placé dans l'appareil est évidemment l'image d'une flamme entretenue par l'air vital transmis du dehors; l'instrument qui doit lui communiquer la lumière est une suite de la même théorie.

Un corps combustible est placé dans un cylindre transparent; il est entretenu par un jet d'air passant à travers un long tuyau, semblable à celui déjà décrit; le feu est alimenté et animé par un ventilateur, par une pompe à air.

Ainsi, l'homme respire, le corps brûle, et éclaire à de longues distances par les mêmes procédés. L'ouvrier pourra pénétrer dans l'intérieur des souterrains, y porter des lumières, y administrer des secours.

Ces applications auront lieu dans les puits, les mines, les fosses, et dans toutes les hypo-

thèses indiquées par les médecins et les ingénieurs des mines, dont on a recueilli les expériences et les observations.

L'aspiration à vaisseaux fermés à travers de longs tuyaux était un préjugé qu'il fallait détruire. On attribue assez généralement au poumon une puissance attractive; mais d'après les leçons des physiologistes le mécanisme du poumon s'exerce au-dehors; l'air agit par son poids; le jeu combiné du sternum et du diaphragme tend perpétuellement à expulser l'air d'un vaisseau fermé, au lieu de l'y attirer.

On s'est occupé des naufragés sous glace; dans ces momens désastreux les secours sont très-difficiles; on a proposé, comme seul moyen applicable, l'usage d'une barque en liége, faisant les fonctions de traîneau : si la glace vient à se rompre le plongeur reste à flot; il se trouve sur une barque insubmersible; préservé du péril, il peut s'occuper de porter des secours.

En dernière analise tout se réduit aux propositions suivantes :

1°. Remplacer sur les bâtimens de mer la

bouée de secours par le bateau de Nortumberland; communiquer les plans détaillés dans les ports, les ateliers de construction de la marine;

2°. Etablir dans les chenals les nouvelles balises de M. Logan;

3°. Combiner le spencer anglais avec le scaphandre de M. de la Chapelle, pour en former un modèle utile au besoin;

4°. Déposer dans les lieux où l'art de plonger est inconnu et les malheurs fréquens, un appareil semblable à celui employé dans toutes les écoles de natation, consistant en sangles et cordes en crin;

5°. Ajouter à la cloche de M. Spalding les procédés oxigénans, ceux propres à absorber l'acide carbonique et à abaisser la température; joindre à cet appareil un baquet en métal, les leviers et autres instrumens propres au sauvetage;

6°. Employer l'oxigénomètre, les appareils pneumatiques, comme moyens de se préserver du danger, ou de porter des secours dans les circonstances où l'acide muriatique oxigéné est insuffisant;

7°. Appliquer le masque et le petit tuyau

respiratoire dans les ateliers de poterie où le minium est encore en usage;

8°. Employer, dans le cas de naufrage sous glace, le traîneau faisant les fonctions de barque.

Voulant présenter un système complet de secours, j'ai choisi les procédés les plus usités. Pour obtenir des succès il fallait le concours de la Chimie pneumatique, etc. Je me suis livré long-temps à des études sérieuses, à la méditation des ouvrages des savans les plus célèbres; fréquemment j'ai entendu leurs leçons; les expériences fondamentales à vaisseaux fermés ont été réitérées. Voulant déterminer avec justesse les applications à la marine et au commerce, j'ai mis à profit des voyages; les marins les plus expérimentés, les ingénieurs les plus habiles ont été consultés; j'ai tâché de prendre pour guides l'observation, l'expérience, le calcul : heureux si après tant d'obstacles, tant de peines, je trouve une place parmi les bienfaiteurs de l'humanité !!!

LA CHIMIE PNEUMATIQUE,

APPLIQUÉE

aux Travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, etc.

SECTION PREMIÈRE.

Services rendus par la Chimie. — Application nouvelle de cette Science aux travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, etc. — But de cet Ouvrage.

Les découvertes modernes ont été marquées par des bienfaits qui immortalisent et leurs auteurs et notre siècle; tous les grands phénomènes ont été rendus sensibles par des expériences; la science, enrichie de faits nombreux et récens, a été soumise aux lois de l'analise, aux règles du calcul; ces conceptions nées dans le silence du cabinet, exécu-

tées dans l'intérieur des laboratoires, ont été perfectionnées par les discussions lumineuses des académiciens chargés du dépôt de la science, intéressés à l'agrandissement de ce précieux domaine; elles ont acquis un nouveau degré d'intérêt dès qu'elles ont été dirigées vers l'amélioration du sort du malheureux. Eh! que ne devait-on pas attendre du zèle infatigable de ces grands observateurs, encouragés par l'espoir d'être mis au rang des bienfaiteurs de la société!

Nous sommes parvenus à diminuer la masse des maux qui assiégeaient l'espèce humaine; nous connaissons les moyens de nous préserver de leurs effets funestes. La peste, cet agent destructeur; la fièvre jaune, connue par ses ravages; ces deux fléaux, après avoir long-temps résisté à tous les efforts combinés de la médecine, sont enfin forcés de céder à la vertu expansive des gaz désinfecteurs. Je me suis borné à citer ces deux conquêtes du génie réparateur, parce qu'elles ont un rapport plus direct avec l'objet de cet ouvrage. Des dangers réels et pressans réclament avec urgence de nouveaux moyens : reconnaissance, honneur à la science qui vient encore au secours de l'humanité! La chimie,

la physique nous offrent une mine riche et abondante; il ne s'agit que d'y puiser : l'or brut attend qu'une main adroite et diligente vienne le mettre en œuvre.

Tous nos livres élémentaires retracent sans cesse aux lecteurs une série de faits dont on peut tirer les conséquences les plus importantes : la décomposition de l'air, l'oxigénation du sang sont généralement connues; des expériences familières nous attestent la possibilité de respirer dans des vaisseaux fermés, de manière à pouvoir manœuvrer; on entretient sous la cloche la vie des animaux et la flamme des bougies en restituant à l'azote l'oxigène absorbé par la respiration et la combustion : l'homme peut être soumis à cette expérience; on peut le placer dans un appareil imperméable, lui fournir l'air vital, lui ménager dans ces espaces étroits la facilité de faire emploi de ses forces. Il résulte de ces faits deux avantages; celui d'éviter les dangers d'un air irrespirable, celui de porter avec sécurité des secours aux asphyxiés.

Ces applications deviennent de plus en plus nécessaires. Dans une foule d'occasions si l'homme veut éviter la mort il est obligé de s'isoler du fluide dans lequel il est placé:

s'agit-il d'exécuter des manœuvres sous l'eau, ou d'y porter des secours, il doit redouter les dangers de la suffocation; s'il descend dans les entrailles de la terre, il est environné d'un gaz irrespirable, (l'acide carbonique) très-répandu dans la nature. Nous gémissons tous les jours sur le sort des infortunés qui périssent dans les mines, dans ces lieux profonds où séjournent les funestes produits de la décomposition des matières animales et végétales, tandis que les moyens de secours sont à notre disposition.

Ces travaux, dès long-temps préparés et laissés dans un déplorable oubli, ne doivent pas rester plus long-temps dans le cercle des théories brillantes et inutiles, quand ils sont destinés à rendre les services les plus importans.

Quand on songe à la simplicité, à l'efficacité des moyens, on est étonné qu'ils aient été négligés; mais l'art de secourir, ainsi que toutes les opérations humaines, n'arrive au degré de perfection que par des degrés insensibles : des expériences, dirigées d'abord par l'amour de la science, sont reprises avec un nouvel intérêt; les faits épars sont réunis; les notions se groupent; les principes vien-

nent fortifier le système que le temps seul a élevé.

Je me suis placé au centre d'une idée nouvelle, et qui se rattachait à des connaissances variées; au système de l'économie animale. Occupé sans cesse d'observer les faits, je parvins, après des travaux pénibles, à recueillir des renseignemens précieux, à me rendre le maître de cette matière importante : il s'agissait de régulariser la marche du travail; j'ai retracé les procédés des anciens et des modernes; j'ai proposé ensuite, comme termes de comparaison, des perfectionnemens devenus nécessaires d'après l'état des sciences modernes : cet ouvrage est donc le tableau des progrès de l'esprit humain sur cette matière.

SECTION II.

Travaux des Anciens.

Les travaux des anciens nous offrent plutôt des objets de curiosité que des monumens durables : l'art de manœuvrer sous l'eau ne devait exciter aucun intérêt chez des peuples où le commerce et la navigation étaient dans l'enfance; comme les périls de la mer étaient très-rares, l'industrie n'avait pas besoin de leur opposer de grands efforts.

D'après le rapport de Pline, liv. VI, chap. 25, les premières barques chez les Grecs ressemblaient à celles des Sauvages, et consistaient en des arbres creusés, qu'ils appelaient *scaphas* ou *monoxillos*. Cette expression fut appliquée à des espèces de pontons en bois léger, dont les armées se servaient pour traverser les fleuves et les détroits.

Schwarz, dans ses *Mélanges historiques*

et politiques imprimés en 1685, fait mention d'une inscription très-ancienne; elle rappelle qu'il existait à Cavaillon une compagnie appelée les *Frères utriculaires* : ces nouveaux Argonautes étaient placés sur des peaux de bouc enflées, et manœuvraient, suivant le besoin, à la surface de l'eau.

Lucullus envoya ainsi pendant un siége un de ces messagers, qui traversa la flotte ennemie sans être inquiété; on le prenait pour un poisson.

Il est à présumer que cette manière de voyager sur mer avait été pratiquée chez les Grecs : Amphion, porté par un dauphin à travers les ondes, n'est peut-être qu'un soldat placé sur une outre : mais tel était le génie de ce peuple, qu'il savait embellir par les prestiges de la fable les inventions les plus ordinaires.

Vitruve et Héron comprimaient l'air sous l'eau dans des statues creuses qui représentaient des femmes; ils imitaient leur chant mélodieux : de là probablement l'origine des Syrènes.

Ces Tritons que l'imagination poétique place autour du char d'Amphytrite, se jouant à travers les flots, ne sont que des plongeurs

étonnans, qui à force d'art avaient contracté une sorte de nature amphibie : c'est ainsi que pour rendre sensible la puissance élastique de l'air ou l'impétuosité des vents, on nous retrace *Eole* enchaînant dans des outres le fluide atmosphérique.

Flavius Végèce, écrivain du 4e siècle, sous Valentinien IV, et Robert Valture, son premier commentateur du traité *de Re militari*, nous ont transmis la description de plusieurs appareils qui démontrent que les anciens pénétraient au fond des eaux. La planche première que je rapporte a été tracée très-fidèlement d'après le dessin incorrect qui se trouve dans Robert Valture.

Le n°. 1er de la première série est un plongeur renfermé dans une enveloppe en peau, recevant l'air d'un réservoir, afin de prolonger sous l'eau l'acte de la respiration.

Au n°. 2 on indique un plastron flexible que l'on attachait au corps, et qu'on enflait en introduisant l'air par l'embouchure.

La figure 3 représente un scaphandrier plus intrépide : revêtu de son armure qui le préserve du poids de l'eau, il est occupé à combattre un monstre marin ; il lui oppose le bouclier et la massue.

La figure 4 démontre que les anciens employaient des espèces de bottes pour se tenir dans l'eau.

La figure 5 offre une invention très-intéressante ; c'est une ceinture pneumatique en peau flexible pour préserver des dangers.

Le n°. 6 représente une espèce de sonde dont on se servait pour déterminer la profondeur des fleuves ou des rivières avant d'en effectuer le passage.

Par le n°. 7 Robert Valture a voulu décrire un instrument destiné au même usage.

On voit que la réussite de ces enveloppes dépendait de leur imperméabilité. Pline le naturaliste, liv. XXXV, nous indique les procédés dont les Anciens faisaient usage pour mettre leurs toiles à l'abri de l'eau. — « Ils les « trempaient dans une chaudière pleine d'une « liqueur bouillante préparée à cet effet ; le « caustique pénétrait intérieurement la toile, « et la mettait à l'abri de l'eau. Ce procédé « devait s'appliquer facilement aux cuirs. »

Tel est le précis des tentatives des anciens, à qui manquaient le besoin, les occasions, la théorie, les instrumens.

SECTION III.

Travaux des Modernes. — Inventions de Sturmius, Halley, Borelly, la Chapelle, etc. — Vaisseaux sous-marins de Sturmius, Vilkins. — Dissertation contre l'usage de ces appareils, comme moyens destructeurs.

La conquête la plus périlleuse que l'homme ait faite est celle du commerce maritime. Dès que la boussole eut donné l'Amérique à l'Europe, la géométrie, l'astronomie apprirent à mesurer les longitudes, hâtèrent les progrès de la navigation; les radeaux furent remplacés par des bâtimens de haut bord; les marins, enhardis, guidés par l'aiguille aimantée, se frayèrent des routes inconnues pour aller chercher de nouvelles richesses; mais il fallut braver la fureur des vagues, les tempêtes, éviter les rochers, les écueils, et courir les chances inséparables de la navigation.

D'après l'effrayante multiplicité des naufrages les nations maritimes tentèrent d'arracher à l'abîme des flots les victimes et les objets précieux.

L'avidité mercantile ne se borna pas à envisager l'immense surface des ondes comme un passage; elle osa regarder les profondeurs de la mer comme son domaine, y convoiter de nouveaux trésors : les perles, les coraux redevinrent des objets de spéculation.

Il était avantageux pour les gouvernemens et le commerce de s'assurer de la situation des baies, des rades et des ports, de connaître l'état des écluses : souvent il a fallu relever les vaisseaux échoués ou en sauver les débris.

Comme l'homme n'est point organisé pour séjourner dans l'eau, ni pour s'y livrer à de longues manœuvres, l'industrie s'est efforcée de vaincre ces obstacles opposés par la nature.

Vers le commencement du 16e siècle il s'éleva une sorte d'émulation parmi les professeurs des universités de l'Allemagne : les idées se tournèrent vers le moyen de pénétrer sous l'eau; on créa un art appelé *Ars urina-*

toria; on en découvre les traces dans les écrits de Pierre Morhofius, dans ceux de Boyle. Pigélius, académicien, surnommé *le Grand*, publia un livre ayant pour titre : *Trésor des Connaissances utiles au Genre humain.* Cet ouvrage, très-rare, se trouve mentionné dans le Polhystor de Daniel Morhofius : ce savant critique, pour nous donner une idée juste de ces grandes découvertes de Pigélius, observe que le genre humain fut très-ingrat envers son bienfaiteur; ces secrets admirables restèrent dans l'oubli.

Sturmius, Allemand, professeur de physique, auteur d'une traduction d'Archimède, ne se borna pas à des vues spéculatives; il inventa, exécuta la cloche du plongeur, construisit un bateau sous-marin, se soumit à des expériences couronnées par les plus brillans succès.

M. Panthot, dans une lettre insérée dans le *Journal des Savans*, nous donne la description de cette cloche en métal, garnie de poids.

On s'en servit avec un très-grand succès pour relever deux vaisseaux chargés de piastres, et échoués hors du port de Capdasque; on parvint à en retirer plusieurs millions.

Sturmius remarque que les plus robustes plongeurs ne pouvaient y rester plus d'une heure, se sentant échauffés par la chaleur de l'air; ce qui, ajoute l'auteur, fait voir que la compression de l'air n'est pas la seule cause de la difficulté de respirer, mais particulièrement la disposition naturelle des poumons *in aëre non difflato.*

M. Panthot ajoute que si la cloche descend profondément l'air s'y trouve si bien comprimé par la pesanteur de la colonne d'eau, et par conséquent si dense, qu'il cesse d'être propre à la respiration. Sturmius, prévoyant l'objection, conseilla de renfermer l'air dans des bouteilles, et de les casser au besoin.

En citant Sturmius j'ai cru devoir lui restituer l'honneur d'une invention qui a rendu au gouvernement et au commerce des Anglais des services éminens; j'ai rétabli une omission faite par Gambers, qui attribue à Halley, son compatriote, la découverte de la cloche du plongeur.

Art du Plongeur, extrait de Gambers.

Cet art consiste à descendre au fond des eaux, à y respirer et à manœuvrer; l'objet principal est de procurer un air frais aux plongeurs. Ceux employés dans la Mediterranée à la pêche des éponges remplissent leur bouche d'huile, qu'ils rejettent quand ils ne peuvent suspendre l'acte de la respiration; ce moyen est aussi insignifiant qu'inefficace. Un plongeur, d'après Halley, ne peut rester sous l'eau au-delà de trois minutes sans danger de suffocation; il pourra avec l'habitude y rester plus long-temps. A deux brasses de profondeur le poids de l'eau comprime les veines, porte le sang vers les parties supérieures, occasionne des hémorragies. Dans le cas de long séjour sous l'eau on a imaginé des doubles tuyaux flexibles: l'un sert, à l'aide d'un soufflet, à pousser l'air qui s'échappe par un second tuyau d'issue; cet air est renouvelé dans un appareil, espèce d'armure qui enveloppe le plongeur.

Ce moyen ingénieux est inapplicable à certaines profondeurs; à deux brasses le plongeur éprouve une compression qui gêne

la circulation, empêche le mouvement; le moindre défaut suffit pour submerger l'ouvrier.

Le rédacteur croit que l'habitude peut familiariser l'homme avec la mer : il est certain, d'après Sonini, que l'habitant de l'île de Syme pénètre à volonté dans les profondeurs de la mer; il en a fait son champ de récolte, son atelier de travail ; il y reste pendant quelques minutes occupé à détacher les éponges. Si l'on en croit Tournefort, aucun garçon ne peut se marier à moins d'avoir prouvé à son amante son intrépidité, son habileté à plonger : comme la pêche est la seule ressource du pays, il n'est pas étonnant qu'on exige du futur époux ses preuves dans un art qui doit fournir la subsistance à la famille. Il est constant, d'après les témoignages de M. Sabatier, que la suspension de l'acte de la respiration peut augmenter considérablement la force musculaire : on a vu à Paris un homme étendu sur une planche, porter sur sa poitrine une enclume du poids de 300 kilogrammes, souffrir qu'on y cassât des barres de fer. On a souvent cité le fameux Nicolas de Sicile, appelé Poisson : cet être extraordinaire vivait dans l'eau, entreprenait

sur mer des voyages, allait de Sicile en Calabre, exécutait des ordres, n'avait pour nourriture que les poissons, d'autre asile que la mer, qui devint son tombeau; d'après Kirker il périt dans le gouffre de Carybde.

Comme les plongeurs sont privés de ces moyens extraordinaires que les Sauvages peuvent acquérir avec l'habitude, on a inventé divers procédés, parmi lesquels on distingue la cloche du plongeur : sa forme consiste en un cône tronqué, fermé dans le haut, ouvert à la base; on la met en équilibre avec des poids égaux au volume d'eau qu'elle peut contenir, de manière qu'elle puisse descendre dans une position parallèle à l'horizon, embrasser et presser l'eau de toutes parts et en même temps; et si la cavité peut contenir un tonneau d'eau, chaque homme peut y séjourner une heure entière sans inconvénient, à cinq ou six brasses de profondeur; mais à mesure que l'on descend le poids de l'eau condense l'air ; enfin à 32 pieds de profondeur la cloche est remplie à moitié d'eau; la pression de l'eau est alors évidemment égale à la pression de l'atmosphère; à toute autre profondeur l'espace occupé par l'air comprimé dans la partie supérieure de la

cloche sera à la partie inférieure de la capacité remplie d'eau, comme 33 pieds à la surface de l'eau. Cet air condensé, en entrant dans les poumons, n'a pas de mauvais effets; mais il est important de diriger la cloche très-doucement. Pendant sa chute l'air condensé se précipite dans les cavités de l'oreille, et fait effort contre le tympan. Cette pression occasionne une douleur vive, qui ne cesse que lorsqu'on laisse échapper l'air de la cloche; les plongeurs sont forcés de supporter cette sensation douloureuse, et de s'y habituer. Mais le plus grand inconvénient de cette cloche, c'est que l'eau comprime l'air dans un si petit espace, qu'il s'échauffe au point de ne pouvoir être propre à la respiration; ce séjour est encore d'autant plus pénible pour le plongeur qu'il est presque couvert par l'eau. Telle était la cloche de Sturmius; nous avouons qu'elle offrait tous ces inconvéniens lorsque le docteur Halley entreprit de la perfectionner. D'abord il s'occupa de renouveler, de rafraîchir l'air dans le temps nécessaire; ensuite il mit le plongeur entièrement à l'abri de l'eau à toute profondeur. Nous emprunterons les expressions du savant anglais.

« La cloche dont je fis usage était de bois, contenait environ 60 pieds cubes ; sa forme était celle d'un cône coupé ; le diamètre dans le haut était de 3 pieds : dans le bas ce diamètre était de cinq pieds ; je la recouvris de plomb afin de la mettre à l'abri du poids de l'eau ; je distribuai le poids autour de la partie inférieure de la cloche, de manière qu'elle pût descendre très-verticalement. Comme il fallait me procurer la lumière, je pratiquai dans le haut une ouverture que je fermai par une glace épaisse ; je plaçai également dans le haut un tuyau destiné à dégager l'air chaud qui en s'élevant ternissait la glace. A environ trois pieds du haut je plaçai une estrade suspendue par des cordes, au bas desquelles étaient attachés des poids de cent livres. Cet appareil était dirigé par des câbles et des poulies fixés solidement à un mât de vaisseau : cette cloche était poussée hors du bord, et ramenée à volonté.

« Il s'agissait de fournir l'air à cette cloche ; pour y parvenir je fis construire deux barillets contenant cinq pieds cubes, je les fis recouvrir en plomb, et surcharger de manière qu'ils pouvaient plonger ; au bas, dans le milieu de ces barillets, se trouve une ouver-

ture; l'eau condense l'air. A la partie supérieure des barillets est un tuyau en cuir vernissé, rendu imperméable, et terminé par un robinet; l'extrémité de ce tuyau est sous la cloche; quand le barillet est descendu à une certaine profondeur on ouvre le robinet, et l'on fait entrer dans la cloche cet air comprimé par l'eau.

« Ces barillets ainsi disposés, on les attache à un treuil avec des cordes; on les fait monter et descendre alternativement comme les seaux d'un puits; ce qui était si bien préparé, que deux hommes, ne faisant pas la moitié de l'emploi de leurs forces, pouvaient exécuter cette manœuvre: ces barillets étaient dirigés dans leur descente par deux cordes qui passaient dans des anneaux placés au bas de la cloche; le plongeur, assis sur son estrade, les recevait ainsi alternativement, et les attirait aussitôt qu'ils étaient parvenus au niveau de la cloche, ouvrait les robinets, distribuait son air, ayant soin de diriger les robinets vers la partie supérieure. De cette manière l'air était fourni si abondamment au signal donné, que j'ai été moi-même l'une des cinq personnes qui ont plongé jusqu'à la profondeur de dix brasses; nous demeu-

râmes une heure et demie sous la cloche sans être incommodés. Comme rien ne s'y opposait, j'aurais pu y rester plus long-temps; la cloche était tellement à l'abri de l'eau, que j'étais assis tout habillé sur un banc placé dans la partie inférieure de la cloche. J'observai qu'il fallait d'abord ne descendre que graduellement, environ 12 pieds à la fois; que là il fallait s'arrêter et chasser l'eau qui entrait en recevant trois ou quatre barils d'air frais avant de descendre plus bas; mais étant descendu à la profondeur donnée, je fis sortir autant d'air chaud que chaque baril pouvait nous en rendre de frais; au moyen du tuyau d'échappement placé au haut de la cloche l'air sortit avec une telle impétuosité, que, malgré la hauteur de la colonne, la surface de l'eau fut couverte d'écume.

« J'éprouvai que je pouvais exécuter toutes les manœuvres en enlevant les bancs; je pouvais mettre la mer à sec en continuant à introduire l'air comprimé, de manière que l'eau dépassait à peine la plante des pieds. Au moyen de la petite fenêtre vitrée je recevais une telle lumière, que quand la mer était claire, surtout quand le soleil brillait, je pouvais facilement lire, écrire, saisir tout

oe qui se trouvait à notre portée. Profitant de l'ascension des barils d'air, je transmettais des ordres tracés sur des plaques d'étain avec un stilet; j'indiquais de nous changer de place suivant le besoin : souvent quand l'eau de la mer était troublée nous étions dans la plus grande obscurité. Je dissipai l'inconvénient en allumant une chandelle, que je conservai aussi long-temps que je le désirais par des moyens additionnels. J'ai prouvé qu'il n'était pas impossible d'aller à une certaine distance de la machine, en procurant au plongeur un air continu par de petits conduits flexibles, lesquels conduits servaient de guide pour revenir à la cloche. »

Cette partie de l'ouvrage étant destinée à retracer les procédés, je m'abstiendrai de toute observation et discussion sur le dernier moyen du savant anglais. En traitant des perfectionnemens j'exposerai mon avis.

La cloche de Halley est représentée par le n°. 8, 2e série. B B *Plongeurs à l'ouvrage;* C *Barillets à air;* D *Plongeurs recevant l'air de la cloche;* E *Effets naufragés.*

Appareil de Trieval.

Cet appareil de Sturmius, ainsi perfectionné par Halley, donna lieu à plusieurs

recherchés, et fit naître en ce genre plusieurs inventions dont je vais rendre compte. Trieval, architecte du roi de Suède, construisit une cloche pour un seul plongeur; elle est représentée par la figure 1re, 2e série. C'est un sphéroïde en cuivre étamé; on pratique dans le haut des ouvertures pour des verres lenticulaires. *CCC* expriment les chaînes au bas desquelles se trouve un anneau ou plateau sur lequel est placé le plongeur. Sa tête se trouve à l'endroit du niveau de l'eau, où l'air est plus froid et plus propre à la respiration. Il paraît que tout le système de l'auteur consistait à faciliter la respiration : pour mieux parvenir à ses fins il place dans l'appareil un tuyau, en forme de spirale, d'environ deux pieds; à l'une des extrémités est une embouchure en ivoire destinée à pomper l'air frais qui se trouve dans les parties les plus basses.

Dans la seconde partie du travail on indiquera les moyens sûrs et suivis de prévenir les inconvéniens de cet air chaud qui rend le séjour si pénible.

Appareil de Spalding.

Gamber, en exposant les procédés de Spalding, estime que cet inventeur a probable-

ment atteint le *maximum* de perfection. Le lecteur verra que l'application de la chimie pneumatique peut améliorer cet appareil.

La cloche de Spalding est représentée par la figure 3, 2e série. Cet auteur s'est appliqué à faire disparaître ses inconvéniens évidemment dangereux : 1°. D'après la construction de Halley la cloche ne descend et ne remonte que par les mouvemens des personnes placées à la surface de l'eau ; pour tirer cette cloche il faut des efforts très-pénibles ; il peut arriver que les cordes qui servent à hisser l'appareil viennent à casser, ce qui occasionnerait la mort des plongeurs. Comme la mer renferme en beaucoup d'endroits des rochers dont on ne peut apercevoir la forme, il est à craindre que la cloche ne vienne heurter contre ces écueils ; elle peut être renversée par le choc imprévu, avant qu'on ait le temps de communiquer les signaux et d'avertir du danger.

La description suivante établira jusqu'à quel point Spalding a remédié aux inconvéniens de la cloche de Halley. Voyez le n° 3. *AA* représentent les crampons, au moyen desquels la cloche est suspendue par des cordes; auprès de ces crampons sont placés

les poids qui tiennent la cloche en équilibre, et toujours dans une position parallèle à la surface de l'eau. Si la cloche dans son ensemble était plus légère ou plus pesante qu'un égal volume d'eau, ces poids ne suffiraient point pour l'entraîner; on a donc ajouté un autre poids qui peut être élevé ou abaissé à volonté. On reconnaît clairement à l'inspection de la cloche le poids, les poulies, les cordes, la manière de les fixer à l'un des côtés de la cloche; à mesure qu'elle descend, ce poids, nommé par Spalding *poids-balance*, précède la cloche à une distance considérable. Si les bords de la cloche venaient à rencontrer un obstacle, on abaisserait le poids-balance, de manière qu'il demeure au fond ; par ce moyen la cloche ne peut être renversée, car étant sans le poids-balance plus légère que le volume d'eau, il est évident que la cloche s'élevera dès qu'elle sera séparée du point d'appui vers lequel elle était attirée : ce poids-balance sert en quelque sorte d'ancre pour tenir la cloche à distance déterminée dans les eaux intermédiaires, ou pour aller du fond à la surface de la mer.

Spalding a trouvé une invention très-ingé-

nieuse pour ramener la cloche et son poids à la surface, ou l'arrêter à certaines profondeurs, sans danger pour les plongeurs, dans le cas même où la corde viendrait à casser: pour cet effet il a divisé la cloche en deux parties; au-dessus du second fond sont de petites ouvertures à travers desquelles l'eau entrant à mesure que la cloche s'enfonce, elle déplace l'air qui s'y trouvait, lequel air s'échappe par un robinet. Il est évident que si l'on introduit une plus grande quantité d'air, la pression qui aura lieu forcera l'eau à sortir de la partie supérieure de la cloche, la rendra par conséquent plus légère, et la forcera de remonter : il faut observer cependant que l'air qu'on fait passer ainsi dans la cavité supérieure doit être incessamment remplacé par celui des barils; ce qui rend la manœuvre de la cloche et son transport extrêmement faciles.

Au lieu de siéges en bois employés par le docteur Halley on se sert de cordes fixées par des crochets; on a conservé les barils à air, en observant qu'un seul pourrait suffire en augmentant sa capacité.

Gambers cite encore une autre méthode attribuée à un habitant de Dewonshire: elle

consiste en une enveloppe en cuir fort, à l'abri de l'eau, construite de manière qu'il peut manœuvrer au fond de l'eau, se diriger partout, retirer les effets naufragés. Ce genre d'industrie a été pour l'inventeur la source d'une grande fortune.

Le rédacteur observe que cet appareil acquérerait un grand degré de perfection si l'on y condensait l'air autant que possible: on voit qu'il s'agit d'emporter un réservoir d'air, de le concentrer dans un très-petit espace : cette provision d'air servirait à faire équilibre avec le poids de l'eau, qui autrement finit par resserrer l'enveloppe, et laisser par conséquent au plongeur moins d'espace qu'il n'en avait d'abord. L'air condensé servirait aussi pour soutenir la respiration plus long-temps que dans son état ordinaire.

Borelly, inventeur de la machine appelée *vessie du plongeur*, la préfère, on ne sait trop pourquoi, à la cloche de Halley. C'est un globe d'airain ou de cuivre, d'environ deux pieds de diamètre, placé au-dessus de la tête du plongeur; il est joint à un habit [illegible] de chèvre fait à la mesure du plo[illegible] ce globe sont des tuyaux p[illegible]

entretient la circulation de l'air; le plongeur porte à son côté une pompe à air, au moyen de laquelle il peut se rendre plus pesant ou plus léger, comme font les poissons en pressant ou dilatant leur vessie à air : de cette manière il croit prévenir toutes les objections faites à l'égard des autres machines, et particulièrement à celle relative au manque d'air, l'air qu'il a respiré étant, selon lui, dépourvu de ses qualités nuisibles par la circulation dans les tuyaux. Mais il est évident que ces avantages sont imaginaires; le corps du plongeur, n'étant garanti de la pression de l'eau que par une peau de chèvre, serait infailliblement écrasé s'il descendait à une grande profondeur; et d'après les nouvelles découvertes du docteur Priestley et autres, il est certain que l'air, une fois corrompu par la respiration, n[illegible]ent plus se purifier en c[illegible]t dans [illegible]aux. Quant à l'usage [illegible]ines [illegible]e en général, M. Spal- s a f[illegible] observations curieuses [illegible] qu'après avoir respiré [illegible] sent dans la bouche un [illegible]le, qui ne se dissipe plus [illegible]ps qu'on reste dans le vais- [illegible]t; de façon que sous aucun

rapport le cuivre ne lui avait pas mérité la préférence : ce goût très-probablement vient de l'action des parties alcalines de la transpiration du corps sur le cuivre; car l'alcali volatil est un grand dissolvant de ce métal. Mais comment ces évaporations volatilisent-elles le cuivre de manière à en porter le goût dans la bouche? c'est ce qu'il n'est pas aisé de dire.

ANALISE

de l'Ouvrage de M. DE LA CHAPELLE, *intitulé :* Traité de la Construction théorique et pratique du Scaphandre.

CET Ouvrage contient trois objets ; 1°. la manière de construire un scaphandre commode et proportionné ; 2°. la manière de s'en servir ; 3°. les divers usages auxquels il peut être utile.

Observations préliminaires.

1°. L'art de la natation est une ressource médiocre quand un naufrage a lieu à quelques lieues de terre ; il ne présente point de sécurité, puisque les meilleurs nageurs paraissent exposés sans cesse à une grande fraîcheur, qui pénètre et contracte les muscles, occasionne la crampe : la présence d'esprit se perd ; ils sont noyés : ces dangers me-

nacent sans cesse les plus intrépides, et redoublent encore dans les naufrages occasionnés par les tempêtes, les écueils, les voies d'eau.

2°. L'homme pour nager a besoin de recourir à l'art. Les organes externes de la respiration ne sont point situés au-dessus de sa tête; du sommet de cette partie à sa bouche ou à ses narines il y a près d'un demi-pied; en entrant dans l'eau il serait toujours suffoqué.

Les animaux ont sur l'homme l'avantage d'être plus légers que le volume d'eau qu'ils déplacent; leurs organes respiratoires sont placés à l'extrémité de leur tête; avec un faible effort ils sont à l'abri de la suffocation : cet avantage appartient plus particulièrement à l'éléphant, qui élève sa trompe à volonté à plusieurs pieds de distance de la surface.

La pression horizontale des pattes chez les animaux favorise le mouvement de progression, semblable à l'action des avirons qui les poussent.

L'homme qui nage renverse sa situation, détruit ses habitudes; placé horizontalement, il est forcé de soutenir sa tête, qui cesse de s'ap-

puyer sur la colonne vertébrale; le mouvement de progression est absolument éloigné de celui de la nature ; il faut qu'il apprenne par des manœuvres différentes à relever la tête au-dessus des eaux, à se garantir de l'inondation, à y marcher, y avancer de même que sur la terre. Pour arriver à ce but l'auteur propose l'usage du scaphandre.

PREMIÈRE PARTIE.

Mode de Construction.

1°. La manière de construire un scaphandre est fondée sur l'expérience; il est bien démontré en principe qu'un morceau de liége s'enfonçait dans l'eau à peu près d'un quart de son volume; c'est à dire qu'un morceau de liége pesant une once doit être chargé du poids de trois autres onces pour être submergé; d'où il résultera que six livres de ce même liége soutiendront dix-huit livres. Ainsi, l'homme pour nager a besoin d'une légèreté spécifique de dix-huit livres; on l'obtiendra en plaçant vers la poitrine six livres de liége.

En examinant la ligne de pesanteur, le

centre de gravité, ce point où toutes les parties de l'homme se trouvent en équilibre, en le pesant sur une ligne horizontale et par le milieu du corps, on voit que la partie supérieure du corps l'emporte de beaucoup sur la partie inférieure; il tend perpétuellement à se submerger; la tête incline constamment vers le fond. Il est donc important que l'homme puisse rester à flot, s'y maintenir en équilibre, y conserver le libre exercice des bras, une fermeté et un maintien durables: on doit mettre les nageurs à l'abri de toute suffocation, et combiner le liége de manière à ce que la partie inférieure du corps puisse lester la supérieure.

Il s'agit donc de distribuer avec art six livres de liége depuis la ceinture jusqu'aux mamelles: par cet artifice la partie supérieure du corps, rendue plus légère dans l'eau que l'inférieure, le tiendra au-dessus de la surface; et l'inférieure, devenue alors la plus pesante, se portera vers le fond.

Moyen d'exécution.

On coupe le liége en pièces, à bases ou à faces carrées de deux pouces et demi ou

trente lignes de long, sur une largeur et une épaisseur de même, de manière que les faces, posées les unes sur les autres, s'appliquent parfaitement; l'assemblage se fait avec la ficelle qui traverse diagonalement. Comme le scaphandre ne doit point descendre plus bas que le milieu des hanches, ni monter plus haut que vers la poitrine, cette distribution a lieu sur neuf pouces à peu près de hauteur.

Le pourtour du corps est évalué communément à trois pieds deux pouces. En faisant un rang ou une ceinture de ces pièces qui en contienne treize ou quatorze et deux demies, le pourtour de ce rang aura quinze fois deux pouces et demi; il n'aura plus qu'à remplir un espace de douze pouces.

Le scaphandre en quatre panneaux est exprimé au n°. 4 par les lettres AA; ils se réunissent par des cordons, comme on voit n°. 5; chaque panneau ayant deux bords latéraux, et mettant un pouce et demi pour le rempli de chaque bord, ce sera trois pouces pour le rempli de chaque panneau, et par conséquent douze pouces pour les remplis des quatre panneaux.

Puisque chaque pièce pèse une once cinq gros, les quinze pièces d'une ceinture peseront quinze fois une once cinq huitièmes ou une livre huit onces et trois gros.

On indique ensuite le moyen d'équilibrer les pièces de liége d'un scaphandre.

Cette équilibration présente des difficultés à cause de l'inégalité des parties du liége employé. Pour sauver ces difficultés il faut se rappeler que le scaphandre est divisé en quatre parties ou panneaux, deux antérieurs et deux postérieurs, qui se réunissent par des cordons pour former un tout.

Il est plus court et plus sûr de mettre dans un bassin de balances toutes les pièces de liége destinées à composer chaque panneau, de les comparer, de faire des transpositions telles, que l'on arrive à un équilibre convenable.

De la Construction.

On fait tailler un gilet de coutil ou forte toile, également large du haut en bas, dont le circuit soit de quatre pieds deux pouces; on trace les lignes parallèles, on mesure les distances : c'est dans ces inter-

valles que l'on place les pièces ou les cubes de liége préparés ci-dessus.

On ménage les entournures, les échancrures qui vont du haut des épaules jusqu'au-dessous des aisselles, de manière à diviser et répartir également toutes les parties qui se touchent successivement, suivant leur ordre et leur pesanteur.

Il est important de diminuer graduellement les épaisseurs dans les parties supérieures, afin d'éviter ces espèces de hottes qui se formeraient autour du cou si ces pièces avaient autant de saillies que dans les parties inférieures; il faut éviter ces formes désagréables.

Les pièces qui ne s'enfoncent point dans l'eau servent à relever le corps promptement, à empêcher l'effet des vagues et à plastroner, et à défendre ceux qui portent le scaphandre dans des expéditions difficiles.

Il est bon d'observer la nécessité d'arrondir les angles, ou les arêtes des pièces, et de ménager des talus; peut-être convient-il, pour laisser une plus grande liberté aux bras, de dégarnir les entournures, montant antérieurement vers les clavicules, et postérieure-

ment le long des omoplates jusqu'à la distance de trois pouces.

On conçoit qu'une seconde toile doit être appliquée sur la première où se trouve le bâtis, de manière que tous les panneaux puissent se replier sur eux-mêmes, et que dans toutes les parties du vêtement il règne une grande flexibilité. On fait de ces applications sur un métier; chaque cube, ou chaque colonne est traversée par des fils très-forts ou de la ficelle; une autre toile plus légère recouvre le tout, et sert à masquer; les coutures des courroies sont placées de distance en distance pour attacher toutes les parties. Dans les cas de danger on a besoin de toute la souplesse; il est donc préférable de diminuer les pièces en épaisseur plutôt que de les augmenter: cette diminution peut être portée à plus d'une demi-livre.

Il est une seconde équilibration qu'il faut faire; c'est celle des quatre panneaux et de l'assemblage : l'équilibre de toutes les parties se complétera par de petites lames de plomb qu'on introduira dans les parties les plus légères.

Ce procédé de construction fournit les

moyens faciles d'augmenter la force du scaphandre par des parties additionnelles établies d'après les mêmes principes, et qui doivent servir à enlever de l'eau un plus grand poids.

C'est, à proprement parler, une ceinture composée de deux rangées de liége qui s'attache par-dessus le scaphandre selon le besoin et les circonstances.

De la Suspensoire.

Cette partie est le soutien de l'édifice; c'est une cinquième pièce qui s'attache par des cordons; elle se passe entre les jambes, et se retrousse pour venir s'appliquer sur la poitrine en forme de plastron; elle est retenue par des boucles: moyennant ce simple artifice, quand on vient à flot, le scaphandre est retenu ferme sur le corps; il lui est impossible de remonter. On est assis dans l'eau sur la suspensoire qui tire du bas en haut: sa longueur est de dix-huit pouces; sa largeur est de six pouces; la portion de la suspensoire passant entre les jambes doit être garnie de coton fin, soyeux, afin de ménager les parties délicates: ainsi, cette partie doit être ouatée très-également.

L'auteur observe ensuite que les scaphandres destinés aux soldats doivent avoir leur plastron d'une seule pièce, courbé au feu; pour mieux s'ajuster à la poitrine il doit avoir une échancrure en forme de hausse-col, afin d'être utile comme préservatif dans des momens de combats.

On peut remplacer la suspensoire par un pantalon à étrier, des sangles qui unissent fortement le scaphandre et le maintiennent par des attaches : le point d'appui, au lieu d'avoir lieu entre les jambes, s'opère sous la plante des pieds.

Des Provisions.

Elles consistent nécessairement en munitions de bouche ou d'armes à feu; il est important qu'elles soient conservées bien sèches. M. de la Chapelle fit construire un bonnet destiné à contenir ces provisions de toute espèce.

La construction en est fort simple; il est à pans mobiles, pouvant se replier comme un porte-feuille; la partie supérieure, creuse, se termine comme une bourse à jetons, s'ouvre et se ferme de même; dans le fond on introduit

un carton circulaire, afin de donner aux munitions une base qui les soutienne en même temps qu'elle défend la tête. Ce bonnet est assujetti sous le cou par des cordons, afin de prévenir le renversement des objets.

SECONDE PARTIE.

Manière de se servir du Scaphandre.

La vraie position à laquelle l'auteur tendait était la verticale : étant à flot, plongé jusque vers le milieu de la poitrine, il voulait rester de bout, respirer facilement, manœuvrer comme sur terre. Le nageur peut s'en revêtir très-subtilement : placé sur une barque, il descend dans l'eau; y étant entré, il se sent bien assuré dans la position verticale par une sangle qui est attachée à son corps; il tourne sur son axe, à droite, à gauche, sans aucune action des pieds ni des mains.

Par la simple action de la volonté il peut prendre toutes les situations; la partie inférieure du corps, étant dirigée vers le fond, remettra le corps debout ou perpendiculaire à l'eau.

La difficulté consistait à trouver des points solides, afin de pouvoir s'élancer dans l'eau.

Quand on vient à flot dans cette disposition de l'habit, il est repoussé par l'eau vers les parties supérieures; mouvement qui se manifeste sur la suspensoire.

Dans cette situation les points d'appui sont sur les os ischion et pubis, ou sur les muscles qui les recouvrent : il est donc nécessaire de porter l'action sur les plantes des pieds ; c'est dans cette intention qu'a été construit le pantalon, terminé par un étrier, désigné dans la planche 6 par la lettre F ; on peut avec des courroies, des boucles l'alonger ou le raccourcir. Le scaphandre ne presse plus le liége ; il tire uniquement sur le pantalon, et le pantalon sur les étriers, qui agiront contre les plantes des pieds, auxquels ils donneront des points fixes. Le pied trouvera donc une très-forte résistance, sur laquelle il s'appuiera pour permettre au corps de s'élancer, et pour exécuter le mouvement de progression, comme il a lieu dans la marche sur la terre ferme.

TROISIÈME PARTIE.

Différens usages du Scaphandre.

Ici l'académicien, pour mieux faire apprécier le prix de son invention, déter-

mine les nombreuses applications du scaphandre.

L'homme est par l'imitation le tableau de tout ce qui respire ; il peut ramper, marcher à quatre pattes, nager, prendre son essor dans l'eau : le premier avantage du scaphandre est donc celui de l'imitation. Le scaphandre peut servir à un grand nombre d'usages pour prendre le bain avec confiance et sûreté dans les eaux les plus profondes ; pour la chasse, la pêche ; pour faire traverser des rivières ou des fossés pleins d'eau par des soldats armés, pour se prémunir contre les dangers et les naufrages sur les rivières et sur mer ; pour visiter commodément la ligne de flottaison d'un vaisseau ; pour faciliter une descente de troupes sur les côtes, pour faire des radeaux en pleine mer, après ou avant un naufrage, quand on le juge convenable, pour sauver ceux de l'équipage qui n'auraient point de scaphandre.

Ici M. de la Chapelle fait l'énumération des naufrages survenus, et prouve qu'on aurait pu sauver les équipages, les matelots en employant les scaphandres dont il est l'inventeur. Il conseille d'en simplifier la

construction, de former des bandes séparées en forme de ceintures amovibles, suivant le besoin, et de les donner à ceux qui s'exercent pour la première fois à la natation.

Le travail de M. de la Chapelle est terminé par un tableau historique sur l'art de nager : le premier ouvrage est de Thévenot, Français; il parut en 1696; le second est de Digby, Anglais. Ce *Traité de l'art de nager* est écrit en latin; et imprimé à Londres en 1587. Des interlocuteurs y raisonnent sur l'art de la natation par rapport à l'homme. Ces auteurs, d'après M. de la Chapelle, ne peuvent fournir que des idées vagues et indéterminées. Le même jugement est porté à l'égard d'un troisième traité de Nicolas Wynmam, Hollandais, auteur dénué d'expérience et de principes solides.

M. de la Chapelle, après cette courte revue des traités théoriques, expose les travaux exécutés avant lui. Cette analise me fournit l'occasion de classer les divers procédés exécutés avant 1774.

La nomenclature n'en est pas longue; elle remonte à 1741. M. Wilkinson fit construire des jaquettes en liége; M. Mantandoin de Nantes

en conserva les modèles, et les produisit : ce procédé ne pouvait qu'être utile aux nageurs. En 1765 M. Biron donna ordre aux matelots de s'en revêtir lorsque la houle était forte, pour aller et venir de la côte aux canots et des canots aux côtes. M. de la Chapelle observe que la préférence est due à son procédé, parce que le corps est davantage hors de l'eau, et qu'on a la facilité de s'y tenir verticalement.

En 1747 M. Gélien avait eu les mêmes vues ; au lieu de toiles qui couvriraient un gilet on peut le supposer revêtu de morceaux de liége équarrés, qui y tiennent par un bord ou une petite face, sur laquelle ils puissent se mouvoir comme sur une charnière : étant à flot, toutes les parties mobiles conservent une position horizontale ; le liége est tourmenté sur les charnières, et exposé aux mouvemens irréguliers de l'eau ; d'où il suit une assez prompte destruction : ces morceaux peuvent s'accrocher ; le grand nombre de surfaces dans le mouvement de progression rend l'appareil difficile ; il est impossible de manœuvrer. Cette machine n'avait été guidée par aucunes théories.

On remarque dans les galeries du Muséum des Arts de France une soubreveste attribuée

au sieur Bonnal de Dieppe, exécutée en 1748 avec privilége du roi. On sait qu'il y eut contestation entre le sieur Bonnal et l'académicien pour la propriété d'invention; mais ces deux procédés n'avaient aucune ressemblance : l'idée du liége pouvait frapper tous les observateurs; mais ils différaient dans les moyens de l'employer. et, comme l'observe judicieusement M. de la Chapelle, la matière première appartient à tous : la laine sert à des productions variées à l'infini: le bois, la pierre, la matière en un mot peuvent recevoir des combinaisons, des changemens extrêmement variés. Dès 1740 Frédéric Backstrom, dans un livret imprimé à Amsterdam, avait donné l'idée, la description de la soubreveste du sieur Bonnal. M. de la Chapelle regarde donc l'invention de ce dernier comme une copie ou un tâtonnement aveugle, dénué de tout principe, de toute règle; car dans ces constructions il faut avoir égard au centre de gravité.

Ce qui prouve que les idées simples peuvent germer et fleurir dans les bonnes têtes, c'est que M. de Puységur avait médité et exécuté des plans analogues à ceux de M. de la Chapelle, mais très-éloignés de la perfection,

en ce qu'on était obligé de rendre la partie inférieure du corps plus lourde par le moyen des poids.

En 1775 le chevalier de Lanquer proposa une ceinture pneumatique. M. de la Chapelle objecte contre le succès de cet appareil qu'un choc, une pointe peuvent le rendre très-dangereux.

Spencer anglais.

En 1802 Kinght Spencer de Londres est parvenu à donner son nom à un appareil, et à mériter la médaille de la société philantropique de Londres pour les secours aux noyés.

Cet appareil, qui lui mérita tant d'honneur, offre une conception extrêmement simple : ce procédé consiste en une ceinture d'un diamètre suffisant pour laisser passer le corps d'un homme; elle a seize centimètres de large, composée d'environ huit cents bouchons enfilés sur une ficelle, et réunis ensemble, en les entrelaçant avec une ligature un peu forte; la ceinture est enveloppée par une toile cirée pour empêcher l'eau de pénétrer, parce que les bouchons, étant vieux, absorberaient trop d'eau, ce qui diminuerait la légèreté spécifique de ces ceintures. *Voyez* la fig. n°. 6, deuxième série.

A. Courroies de six décimètres de long, attachées sur la ceinture avec un œillet à chaque bout;

B. Attaches d'un mètre de long, vers le milieu desquelles on a passé quelques bouchons recouverts en toile cirée, pour empêcher que cela ne blesse les personnes qui s'en servent.

Au lieu de boucles et de courroies on emploie des petites chevilles en bois pour fixer les attaches du milieu. Ainsi armé, un homme peut se confier à la fureur des flots sans le moindre danger; avec un léger effort il regagnera le rivage.

Cet appareil exige des additions :

1°. Une toile cirée est trop faible pour résister à des chocs, aux piqûres et à une foule d'inconvéniens; il faut donc que l'enveloppe soit en cuir vernissé.

2°. Un cercle ayant un mètre de circonférence empêchera le jeu des bras; il est donc nécessaire qu'à l'endroit de l'omoplate il y ait une échancrure de manière que le spencer soit composé de deux parties ou deux demi-cercles; en plaçant des attaches et des courroies des deux côtés on pourra l'agrandir ou le diminuer à volonté, et rendre cet appareil propre à toutes les tailles,

et obvier aux inconvéniens qu'on a rencontrés dans l'appareil perfectionné de M. de la Chapelle.

3°. Dans un appareil si nécessaire il ne faut pas pousser trop loin les vues d'économie. Je crois qu'il est impossible de ne pas admettre la suspensoire imaginée par M. de la Chapelle ; il convient de copier rigoureusement et fidèlement cette partie de l'appareil ; tout l'effort doit se porter vers les parties délicates, qu'il faut préserver par la ouate.

Sans doute les vieux bouchons rejetés peuvent offrir une source intarissable d'utilité ; ils fournissent des moyens faciles, économiques pour exécuter des appareils dont la nécessité se fait sentir dans des occasions multipliées ; la coupe seule du liége est éminemment préférable aux compartimens de M. de la Chapelle.

DES VAISSEAUX SOUS-MARINS

INVENTÉS PAR STURMIUS.

Dissertation de l'évêque de Chester. — Appareil de Bushnell. — Note sur celui de Fulton. — Opinion de l'auteur contre la mine sous l'eau.

En exposant la théorie des vaisseaux sous-marins je me renfermerai soigneusement dans des limites de prudence et de sagesse; je m'empresserai d'exciter la curiosité des lecteurs en leur retraçant les efforts du génie imitateur; mais je saurai m'arrêter, et jeter un voile sur ces produits de l'industrie toutes les fois que l'emploi m'en paraîtra funeste. Puis-je perdre de vue la tâche honorable que je me suis imposée? Je veux parcourir la galerie des inventions, attirer l'attention sur ce qui peut être utile, écarter ce qui peut être dangereux.

Sturmius, vers le commencement du 16e siècle, conçut le premier l'idée d'un vaisseau sous-marin : quoiqu'il nous soit impossible de nous procurer le résultat direct de ses expériences, néanmoins Morhofius, littéra-

teur et critique, a noté dans son *Polhystor* un vaisseau doublé en plomb, destiné à la navigation sous-marine il en attribue l'invention à Sturmius. Pigélius, Mersenne ont reproduit les mêmes idées. Dès que la navigation prit son essor on examina s'il n'était pas possible de mettre les petits vaisseaux à l'abri des vents impétueux et des tempêtes, et de diminuer les périls de la mer. On sait qu'à de grandes distances des rivages les vents déploient leur action sur une plus vaste étendue; toutes les fois que la force d'un agent quelconque se distribue à un plus grand nombre de parties l'impression que chacune d'elles en reçoit est plus faible; près du rivage les flots sont gênés, répercutés par les terres qui les bornent ou les limitent; les houles, les vagues reprennent en hauteur ce qu'elles ne peuvent avoir en surface; comme la mer roule les corps solides qui se détachent de son sein, elle est retenue par les bords; ils s'y arrêtent et les hérissent d'écueils; c'est ce qui rend les naufrages bien plus fréquens sur les bords. Telles sont ssans doute les considérations qui firent imaginer les vaisseaux sous-marins.

Comme Wilkins a reproduit dans son

Mathématical-magic ce que d'autres auteurs ont retracé dans leurs écrits, je me bornerai à citer les passages du savant évêque de Chester:

« On ne peut révoquer en doute la pos-
« sibilité de construire un vaisseau sous-
« marin ; le procédé a été exécuté en An-
« gleterre par Cornélius Drebbe. Il serait
« avantageux de le perfectionner au point
« de contenir un certain nombre d'hommes,
« des provisions, de pouvoir entreprendre
« des courses lointaines ; sous ce rapport une
« pareille invention est digne des plus grandes
« recherches.

« Dans cet examen il est nécessaire de
« balancer les difficultés, les moyens de les
« vaincre, les grands avantages.

« 1°. Les difficultés peuvent généralement se
« réduire à trois; d'abord il faut, suivant
« le besoin et dans l'occasion, introduire les
« choses nécessaires; sans cela les voyages
« seraient dangereux; il faut donc des ou-
« vertures tellement combinées et ajustées,
« qu'on soit entièrement à l'abri de l'eau.
« Dans ce cas on peut faire usage de tuyaux
« réunissant la souplesse et la solidité, de
« manière à empêcher toute introduction de

« l'eau; l'une des extrémités de ces tuyaux « doit être fixée aux sabords ou petites ou- « vertures pratiquées dans les parties la- « térales du bâtiment; c'est par ce moyen « qu'on peut introduire les choses néces- « saires, etc.

« 2°. La seconde difficulté dans une pa- « reille construction serait de la faire mou- « voir, de la fixer au besoin, de la diriger « vers différens endroits, suivant la volonté « ou la nécessité; car elle serait inutile si elle « devait se mouvoir aveuglément; ce qui pré- « sente des difficultés, parce que les marins « ont besoin pour se diriger des avantages « des vents, de la marée, de la vue des « astres.

« Mais on peut facilement se préserver de « ces inconvéniens; le mouvement progressif « peut s'opérer par des rames combinées de « manière qu'elles imitent les nageoires des « poissons, qui s'ouvrent et se ferment alter- « nativement; elles sont introduites dans le « bâtiment par de petites ouvertures; leur « mouvement s'opère dans des cuirs fixés « convenablement au bras de la rame et au « bâtiment, de manière que l'eau ne pénè- « tre pas; par ce moyen on pourra ac-

« célérer ou ralentir à volonté la marche du « bâtiment.

« Si le bâtiment est lesté de manière à « opposer résistance à la force de l'eau, « alors on le dirigera à volonté.

« Quant aux moyens de le faire remonter, « on peut les obtenir facilement s'il y a « quelque poids considérable au fond du « vaisseau qui fasse partie de son lest, le- « quel puisse en être détaché, et donner lieu « au vaisseau de remonter à sa surface; ce « bâtiment peut être dirigé par l'aiguille « marine; il n'est point exposé aux vents, aux « tempêtes; alors les indications des longi- « tudes sont plus certaines.

« Mais de toutes les difficultés, la plus « grave consiste à procurer l'air nécessaire « à la respiration; de tenir des feux pour « s'éclairer et cuir les viandes; de maintenir « les alternatives de la réfraction et de con- « densation. On observe qu'un réservoir de « huit pieds cubes d'air ne servirait pas à un « plongeur ou à un nageur au-delà d'un « quart-d'heure, l'air que l'on respire et que « l'on aspire étant corrompu par le mélange « des vapeurs que la nature rejette comme « inutiles. L'homme a besoin de respirer

« dans une heure au moins trois cent soixante « fois, entre chacune desquelles il y aura « dix secondes : alors un grand changement, « un grand renouvellement seront néces- « saires pour plusieurs personnes.

« De même pour entretenir le feu un « vaisseau fermé, contenant dix pieds cubes « d'air, ne laissera pas brûler une bougie d'une « once plus d'une heure avant qu'elle ne soit « éteinte. Quoi qu'en dise Mersenne, cette « proportion n'augmente pas également pour « plusieurs lumières, parce que quatre « flammes d'une grandeur égale seront en- « tretenues l'espace de seize secondes, quoi- « qu'une de ces flammes, seule dans le même « vaisseau, ne durera pas plus de vingt-cinq « ou tout au plus trente secondes; épreuve « que l'on peut faire dans de grandes bou- « teilles de verre en renversant leur col « dans l'eau. »

Ici Wilkins soutient que l'homme peut contracter l'habitude de vivre dans un air impur. J'ai cru devoir omettre ce pas- sage.

« Il faut que le vaisseau soit d'une vaste « capacité, tellement que l'air y soit re- « nouvelé; si le simple refroidissement de

« l'air pouvait le rendre propre à la res-
« piration on pourrait faire usage des
« soufflets. »

L'évêque de Chester cite, d'après Mersenne, un plongeur français, appelé Carricas ; il restait dans l'eau pendant six heures avec un réservoir de deux pieds de diamètre ; il emportait une lanterne, dans laquelle il entretenait une bougie allumée. Cette anecdote me fournit l'occasion de rappeler qu'en 1774 Freminet, simple artisan, demeurant à Paris, île Saint-Louis, conçut la même invention, et la fit exécuter. Il comprimait également l'air dans un globe ; un tuyau imperméable servait à lui communiquer l'air. Freminet entretenait la respiration en ouvrant un robinet ; il était enfermé dans une armure en cuivre, qui se terminait à la ceinture ; pour faciliter le mouvement des bras et la progression, il avait des brassards et des cuissards à charnières, recouverts en peau rendue imperméable ; lesté avec des poids dont il pouvait se débarrasser à volonté, il remontait et descendait facilement. Une pareille invention excita l'attention du ministère. Freminet, encouragé par M. de Boine, fit des expériences au Hâvre ; il ramassa des boulets à douze

mètres de profondeur. En Hollande on l'a vu faire des réparations aux écluses, poser des plaques en cuivre; il ménageait son air pendant plus d'une heure.

Wilkins récapitule ensuite les avantages de cette construction :

1°. On peut aborder *incognito* toutes les côtes.

2°. Elle est sûre, à l'abri de l'inconstance des marées et de la violence des vents; on peut se préserver de la présence des pirates et des brigands qui infestent les autres navigations.

3°. Wilkins croit qu'on peut s'en servir pour sous-miner une flotte ennemie. (Je ne partage point l'opinion de l'évêque de Chester.)

4°. On peut porter à une place assiégée des secours invisibles.

5°. Elle peut être d'une utilité inexprimable pour les découvertes sous-marines, etc.

Le bon père Mersenne, dont Wilkins n'est que l'interprète, expose dans son langage naïf que cette construction peut être utile pour mesurer la chute des corps, pour observer la profondeur de la mer, y attirer les poissons, etc.

Bushnell, Américain, envisagea cette construction sous un point de vue sérieux et funeste aux Anglais dans la guerre de 1783. La description de son bâtiment sous-marin se trouve dans *Transactions of the American philosophical Society*, vol. 1, page 303.

En 1787 M. Bushnell, de Connectitut, écrivit à M. Jefferson, alors ministre plénipotentiaire des Etats-Unis à Paris, pour lui donner la description d'un vaisseau sous-marin. La forme extérieure ressemblait assez à deux écailles de tortue jointes ensemble; l'entrée était dans l'ouverture où se place d'ordinaire la tête de l'animal; l'intérieur était assez grand pour contenir le navigateur et une quantité d'air capable de fournir à la respiration pendant une demi-heure sans être renouvelé; au fond et vis-à-vis l'entrée on introduisait assez de plomb pour lester l'appareil. En face du siége du navigateur se trouvait une rame ou nageoire pour le faire avancer ou reculer; en arrière était un gouvernail pour diriger sa marche; au fond une ouverture avec une soupape admettait de l'eau pour augmenter sa gravité spécifique, et se faire descendre: en haut il y avait une rame ou nageoire qui agissait de manière à

le faire descendre ou remonter, ou rester en équilibre à un niveau donné : dans l'intérieur était une jauge d'eau pour décider la pression, et déterminer la profondeur : une boussole dirigeait sa course ; et un ventilateur, avec un appareil ajusté à cet effet, renouvelait l'air dès qu'il remontait à la surface.

L'entrée de ce bâtiment était elliptique, et environnée d'une large bande de fer qui servait en même temps à soutenir le bois contre la pression énorme de l'eau : un couvercle en cuivre fermait la machine, et était arrêté à volonté en dedans ou en dehors ; ce couvercle, ressemblant assez à un chapeau, avait trois ouvertures vitrées pour l'admission de la lumière et la facilité de l'observation : le ventilateur avait deux tuyaux, dont l'un aspirait l'air dès que le bateau était arrivé à la surface, tandis que l'autre laissait sortir l'air vicié à mesure que l'air frais, plus pesant, le chassait. Ces tuyaux étaient construits avec des robinets à balle, de manière à s'ouvrir dès qu'ils arrivaient à la surface de l'eau, et à se fermer dès qu'ils étaient submergés ; le plomb, qui servait de lest, suffisait pour garantir le navigateur du danger de verser ; mais un fil

d'archal, communiquant avec l'intérieur, lui donnait le moyen de décrocher un poids d'un ou de deux quintaux; ce qui le faisait revenir à l'instant sur la surface.

Quand le plongeur voulait descendre il mettait le pied sur une soupape de cuivre, et la comprimait afin d'admettre dans un faux fond autant d'eau qu'il jugeait nécessaire pour opérer une descente graduelle: s'il allait trop avant une petite pompe foulante placée sous sa main faisait ressortir le surplus d'eau; cette petite pompe servait aussi en cas d'une voie d'eau; dès qu'il avait trouvé l'équilibre il pouvait se mouvoir dans tous les sens, à l'aide d'une nageoire placée sur le haut du vaisseau, et construite sur le principe de Davis : l'axe traversait une boîte de cuir, et entrait dans le vaisseau, d'où le plongeur la tournait par une manivelle.

Un tube de verre de 18 pouces de long et d'un pouce de diamètre avait été placé dans l'intérieur; l'une de ses extrémités était fermée hermétiquement, et l'extrémité inférieure était scellée dans un tube de cuivre traversant le vaisseau, et communiquant avec l'eau; ce qui faisait une jauge d'eau ou baromètre; dans le tube était introduit un

petit morceau de liége surmonté d'un peu de phosphore : quand le vaisseau s'élevait dans la jauge, conduisant l'air intérieur, et portant à sa surface le bouchon de liége, la lumière du phosphore rendait l'ascension de l'eau visible, et indiquait par une échelle graduée la profondeur qu'on avait atteinte.

La nageoire du devant était aussi formée en vis sans fin; l'axe traversait également une boîte à cuir pour entrer dans le bâtiment, et une pédale, mue par le pied du plongeur, lui imprimait un mouvement de rotation : en tournant d'un côté on avançait, et de l'autre on reculait le bâtiment.

Le gouvernail de derrière manœuvrait avec la plus grande facilité; on le faisait mouvoir de l'intérieur au moyen des nageoires précitées; du phosphore marquait sur la boussole la direction sur laquelle on gouvernait : la forme intérieure du vaisseau décrivait, autant que possible, une ellipse très-alongée sur la coupe verticale; la section horizontale présentait aussi une ellipse peu éloignée de la forme circulaire : le corps du vaisseau était formé de manière à résister à la pression excessive qu'il devait éprouver. On prit toutes les précautions nécessaires; les pompes avaient

de doubles soupapes; une grille empêchait les immondices d'entrer dans le fond quand on ouvrait la soupape, et une vis de pression aidait le navigateur à comprimer la soupape si la pression était extraordinaire; les extrémités des tuyaux du ventilateur étaient surmontées d'un globe perforé de petits trous, afin de les garantir de tout accident, avec l'ajustement dont nous avons déjà parlé pour empêcher l'introduction de l'eau: les boîtes à cuir étaient scrupuleusement préservées du suintage de l'eau, et la disposition intérieure était telle, que tout se trouvait sous le pied ou la main du navigateur.

Le but de l'invention de M. Bushnell a été, pendant la guerre d'Amérique, de détruire les vaisseaux anglais : il avait ajusté un réservoir ou magasin de poudre, qu'il devait attacher au fond des vaisseaux. L'auteur a réussi, à ce qu'il paraît par des témoignages très-authentiques, contre quelques petites embarcations; mais la difficulté de diriger et de manier son bateau plongeur dans l'état informe où il était, n'a permis de donner aucune suite à cette idée. Il paraît cependant certain qu'on pourrait tirer un très-grand avantage de ces machines en perfectionnant leur cons-

truction, ainsi que l'a fait Fulton, qui semble être seul parvenu à diriger habilement sous les mers un bâtiment plongeur.

Notice sur le vaisseau plongeur de Fulton.

Le succès de l'expérience de l'ingénieur Fulton a été complet, authentique; il résulte d'expériences réitérées dans plusieurs rades de France; mais les procédés particuliers mis en usage n'ont point été publiés. Voulant donner quelques renseignemens sur cette invention, je suis donc forcé d'entrer dans les vues de cet ingénieur, de pénétrer ses desseins, de mettre souvent des hypothèses à la place des moyens réels, d'offrir des combinaisons hasardées au lieu de plans fixes. Dans toutes les entreprises on envisage le but, les conditions rigoureuses pour y parvenir, les voies d'exécution, les applications; telle a dû être la marche de Fulton; je vais m'efforcer de la suivre.

1°. Dans la construction d'un bâtiment sous-marin il est nécessaire de se mettre à l'abri de l'eau en donnant de la solidité à la carcasse et à l'enveloppe du bâtiment. Stur-

mius, d'après cette considération, fit construire son bâtiment en plomb. Fulton, riche de ses propres moyens, destiné plutôt à fournir des modèles qu'à devenir imitateur, employa le métal. La quille, les arcs, les supports sont en fer vernissé, afin d'être isolés et de n'exercer aucune attraction sur l'aiguille; l'enveloppe est en cuivre; toutes les parties, bien rivées, soudées avec soin, ne forment qu'une seule pièce. On a pris les précautions pour prévenir l'odeur du cuivre. La longueur est de trois mètres; il contient à peu près trois mètres cubes; la forme en est elliptique.

L'entrée est une ouverture de sept décimètres de diamètre, formée par un chapiteau en cuivre avec emboîtement; les bords de ce couvercle, polis sur le tour sont pressés, contre des cuirs gras : cette pression s'opère à volonté par l'ouvrier placé dans l'intérieur; au centre du chapiteau est une tige taraudée de trois décimètres; elle est destinée à recevoir, une traverse en fer, qui presse fortement avec un écrou contre la paroi intérieure du bâtiment; cette pression, qui a lieu au dehors et en dedans, rend l'introduction de l'eau absolument impossible.

2°. Il faut procurer l'air respirable, l'usage des lumières, les moyens de salubrité : diverses combinaisons peuvent remplir ce but ; la plus facile, celle qui se présente naturellement, consiste en un ventilateur placé dans l'appareil destiné à y renouveler l'air attiré de l'atmosphère par le moyen d'un long tuyau flexible; ce tuyau est fabriqué avec le fil de laiton, tourné en spirale, recouvert en cuir enduit de copal et de gomme élastique ; à l'extrémité est une soupape en cuivre, dont la queue est attachée à une plaque en liége; quand le tuyau plonge, cette surface légère, faisant effort contre l'eau, occasionne la fermeture de la soupape.

Le tuyau aspirateur sert à la fois au renouvellement de l'air, à l'entretien des feux ; mais l'usage de ce tuyau offre une foule d'inconvéniens ; il peut sans cesse être embarrassé, intercepté ; ce procédé rend l'appareil extrêmement dangereux.

Nous verrons dans la suite que la chimie pneumatique facilite dans les vaisseaux fermés les procédés propres à entretenir la respiration et la combustion. Cette dissertation forme la seconde partie de cet ouvrage ; elle est appli-

quable aux bâtimens sous-marins : on ignore si Fulton en a fait usage.

La compression de l'air atmosphérique dans des réservoirs est encore une combinaison facile, ainsi qu'on le verra dans la suite; mais il y a toujours un excédent d'air dont il faut se débarrasser; on opère ce dégagement en laissant échapper l'air par des robinets, ou par la voie de suintement; à cet effet on emploie un boyau frais, fixé à un petit tuyau renfermé dans une boîte en cuivre : l'eau, pressant les parois de ce boyau de quatre centimètres de longueur, ne peut jamais pénétrer dans l'intérieur, tandis que l'air comprimé et surabondant se fait jour, s'échappe comme la transpiration à travers les pores du corps humain.

Le ressort de l'air est mis en usage pour faire régner la salubrité et se débarrasser des secrétions. Supposez un cylindre d'un demi-mètre de hauteur et de trois décimètres de largeur; il a deux fonds mobiles : celui d'en bas étant levé, on laisse entrer environ un litre d'eau; on referme la soupape faite comme celle de nos baignoires; on ouvre le fond d'en haut; dès que les matières impures sont introduites on referme hermétiquement l'ouverture d'en haut : si l'on ouvre

de nouveau la soupape d'en bas, il est évident que l'eau de la mer tend à remonter; mais on la force de descendre en introduisant l'air comprimé; la force de ressort du fluide chasse à la fois l'eau, précipite les impuretés qu'elle renferme: c'est ainsi qu'on pourvoit à la salubrité dans ce petit espace.

3°. La manœuvre d'un vaisseau sous-marin exige trois mouvemens divers; l'immersion, l'ascension, la progression.

Avant de submerger le bâtiment il faut établir l'équilibre, dont les élémens sont le volume d'eau déplacé et le poids, qui forment des quantités exactes et proportionnelles; cette exactitude rigoureuse peut être rendue sensible par l'inspection de l'appareil, qui doit se trouver, avant l'immersion, parfaitement au niveau du fluide; il existe divers moyens de rompre cet équilibre et de submerger le vaisseau. Je vais exposer rapidement les deux procédés les plus sûrs.

Le premier consiste à établir dans le milieu du bâtiment une soupape, à introduire l'eau dans un faux fond; quelques kilogrammes d'eau suffiront pour entraîner l'appareil.

L'ascension aura lieu en se débarrassant

de l'eau par le moyen d'une pompe qui aspire l'eau du réservoir, et la rejette hors du bâtiment par des conduits et des soupapes placés sur les côtés extérieurs du vaisseau sous-marin.

Pour connaître les degrés d'immersion on emploiera un cylindre ouvert par le bas, fermé par le haut; la pression de l'air par l'eau indiquera les profondeurs; on consultera à cet égard les tables de compression. L'immersion et l'ascension auront donc lieu en augmentant ou en diminuant graduellement la pesanteur spécifique du bâtiment, en introduisant ou en rejetant des quantités d'eau proportionnelles. On peut employer aussi un cylindre disposé au fond du bâtiment; on place dans l'intérieur de ce cylindre un piston en cuivre à frottement doux; pour le mettre en action on convertit la tige de ce piston en une crémaillère; la noix d'un cric forme l'engrainage, et la manivelle met ce piston en mouvement. Ce mécanisme a été indiqué très-récemment dans un appareil à plonger de Klingert de Breslau, dont je donnerai une simple esquisse, me trouvant renfermé dans des limites très-resserrées.

4°. La progression sous l'eau paraît au premier coup d'œil offrir des difficultés ; mais il est très-facile de les aplanir. De quoi s'agit-il ? De chercher un point d'appui dans un milieu qui offre de toute part de la résistance ; de surmonter cette résistance par un effort quelconque dont la durée soit continue.

Si l'on observe les propriétés du fluide, on s'aperçoit qu'il est divisible à l'infini, et qu'il oppose lorsqu'on le traverse une résistance proportionnelle à la surface du corps déplaçant.

Si cette impulsion est reçue par le triangle parallellement à la hauteur, elle est à l'impulsion directe que recevrait sa base, comme le carré de la demi-base est au carré de l'un des côtés; d'où il suit que le triangle isocèle étant rectangle, l'impulsion qu'il reçoit parallèlement à sa hauteur n'est que la moitié de l'impulsion directe que recevrait sa base.

Sur ce principe on peut, à l'aide d'un cric, d'une manivelle, d'une vis sans fin et d'une barre de fer dentée, d'un mètre de longueur, opérer un mouvement de va et vient. Les rames repoussées s'ouvrent, se décompo-

sent, offrent des angles isocèles qui diminuent de moitié la résistance; elles traversent le fluide; ces rames attirées se referment, présentent alors une surface, trouvent sur le côté et hors du bâtiment cette résistance qui est le point d'appui cherché. On peut aussi imiter le mouvement de la rame, qui présente alternativement à l'eau le tranchant et la surface plane, par le procédé que je vais décrire. Supposons une sphère creuse d'un diamètre de trois décimètres, ayant partout une épaisseur parfaitement égale de deux centimètres; elle est échancrée des deux côtés parallèlement; ces deux ouvertures ont cinq centimètres de large; leur longueur peut être mesurée par un arc de quarante-cinq degrés ou par la sous-tendante de cet arc. Dans l'intérieur de ce corps est placée une seconde sphère solide en métal poli, à frottement doux; cette seconde sphère est traversée par un axe ou barre de fer, ayant dans sa petite extrémité un demi-mètre de longueur, et dans sa plus grande deux mètres. Cette petite partie est le bras du levier ou de la rame; l'autre est destinée à agir : on conçoit facilement que l'ouvrier placé dans l'intérieur du bâtiment

peut exécuter les mouvemens nécessaires à la progression. Veut-il fendre l'eau, chercher le point d'appui, il fait tourner sur son axe la sphère du centre; au moyen de l'échancrure pratiquée dans la seconde sphère il exécute le mouvement horizontal, il retourne ensuite la rame, dont la surface est perpendiculaire; elle est attirée par l'effort de l'ouvrier : c'est ainsi que la progression a lieu.

Je sais que cette manœuvre est à la fois sûre et très-lente : mais cet appareil est destiné à des secours, à des services utiles; comme je ne veux parcourir que des espaces extrêmement limités, je me suis alors borné à exposer les moyens de progression convenables.

On verra dans la seconde partie de cet ouvrage qu'un vaisseau sous-marin n'est point seulement un appareil d'observation; à l'aide de quelques dispositions il peut être utile à la marine et au commerce.

Dissertation contre l'usage des Bateaux sous marins comme moyens destructeurs.

En donnant la description des bateaux sous-marins, ah! loin de moi l'idée de les

proposer pour modèles, et d'en indiquer l'usage comme moyens militaires !

Sous ce rapport je leur déclare formellement la guerre; je me fais un honneur et un devoir de les attaquer, et de les combattre avec les armes puissantes du droit naturel et de l'intérêt public.

On se propose de faire sauter un vaisseau de guerre; pour exécuter ce projet on introduit sous l'eau un magasin à poudre ; cette mine est placée sous la quille du bâtiment qu'on veut détruire ; la catastrophe de l'explosion est préparée sans bruit ; l'ennemi n'est prévenu par aucun signe ; en un instant le vaisseau et l'équipage sont détruits. On voit qu'il s'agit d'une ruse de guerre nouvelle et terrible. Examinons jusqu'à quel point la ruse peut être permise.

Grotius, dans son traité *de Jure Belli et Pacis*, cite à l'égard des ruses de guerre diverses maximes tirées d'Homère, de Tite-Live; il rapporte ce vers si connu de Virgile :

Dolus an virtus quis in hoste requirat?

Ce publiciste oppose à ces maximes des considérations morales; il fait mention des vifs reproches adressés à l'empereur Théodose, etc.

Ces règles abrégées exigent quelques développemens.

Les puissances avant d'entrer en guerre discutent les intérêts et les motifs qui les animent; elles se préviennent par des déclarations solennelles : dès que les armées sont en présence elles sont suffisamment averties que leur sort mutuel va dépendre de la force et de l'adresse ; alors il est permis de déjouer les plans de l'ennemi, de chercher à prévenir ses desseins, de l'envelopper par des manœuvres habiles. Mais quel est le but de ces dispositions? Il ne s'agit point d'exterminer l'armée entière, mais de la réduire à la nécessité de mettre bas les armes, et de se soumettre aux lois du vainqueur. On cherche plutôt à enlever au soldat sa liberté qu'à lui ôter la vie. C'est ainsi que quand un corps est cerné on le somme de se constituer prisonnier. Dans les attaques des forteresses, avant de faire jouer la mine ou de jeter la bombe, on somme également les assiégés d'ouvrir les portes de la place : ces formalités de parlementaires et ces sommations établies par les lois de la guerre ont pour but d'épargner l'effusion du sang humain. Poursuivons la comparaison : un vaisseau armé et monté par un

équipage est une citadelle mobile qui représente une partie de la force publique ; si par l'effet d'une explosion soudaine on détruit le vaisseau et l'équipage, on viole toutes les lois de la guerre.

Parcourons maintenant les conséquences qu'entraîne l'usage de ces moyens d'extermination, qui tendent évidemment à augmenter les fléaux de la guerre maritime. On sait que les combats sont plus terribles sur mer que sur terre ; le théâtre du carnage est plus resserré ; le marin, en proie au feu de l'artillerie et de la mousqueterie, est exposé au choc meurtrier du bois qui vole en éclats de toutes parts ; il a à redouter la chute épouvantable de la mâture, qui renverse, écrase à la fois une partie de l'équipage : le combattant, pressé par l'incendie et l'explosion prochaine du vaisseau, n'a souvent d'autre retraite que l'abîme redoutable des flots. Eloignons donc une idée qui ajouterait aux chances désastreuses des combats de mer.

C'est dans l'âme du soldat qu'il convient d'étudier le véritable caractère de la valeur ; il s'irrite en présence des dangers ; il est avide de ces triomphes acquis par une longue et vive résistance ; mais il ne veut point

être barbare; il abhorre ces dévastations soudaines qui ne laissent rien à l'art militaire ni au vrai courage.

Vers le milieu du dernier siècle on voulut faire adopter des chemises de soufre pour incendier les vaisseaux ; plus récemment on proposa de placer sur les bâtimens des fourneaux à réverbères pour chauffer les boulets. Ces inventions destructrices furent repoussées par un mouvement d'indignation; l'armée navale déclara unanimement que ces moyens étaient indignes de l'honneur français, et que les appareils militaires dont elle était pourvue et son intrépidité suffisaient pour combattre l'ennemi.

Si le marin qui a consacré de longues années à la théorie et aux manœuvres, et dont les talens, mûris par l'expérience, sont si précieux à la patrie; si un vaisseau, ce chef-d'œuvre de l'industrie humaine, peuvent être détruits sans signe d'attaque; si l'extermination est un de ces événemens les plus ordinaires des combats de mer, je ne vois plus de marine. La bravoure a besoin d'être soutenue par la récompense; le talent veut des juges et des témoins : ainsi que la fortune la gloire doit avoir ses chances; l'extermination précipite tout dans le néant.

L'emploi de ces moyens destructeurs blesse la conscience des nations : on jette dans les cœurs ces semences de haine et de vengeance qui se manifestent dans toutes les occasions ; la cruelle loi des représailles étend partout son empire funèbre : les batailles sont plus opiniâtres, plus sanglantes ; les traités, obtenus plutôt par la lassitude que dictés par la bonne foi, ne sont que des occasions de réparer les pertes, et de se disposer à de nouveaux chocs : c'est ainsi que la violation du droit des gens rend les guerres perpétuelles.

Dès que ces ruses destructrices sont autorisées par les gouvernemens, elles deviennent un scandale pour les nations, à qui l'on révèle les moyens odieux d'exercer impunément des actes secrets de vengeance ; ces exemples déploient la plus funeste influence sur la morale publique, dont le dépôt sacré est confié aux chefs des empires. Comment concilier l'application des maximes du juste et de l'injuste avec les excès publics de la barbarie ?

Les chefs qui autorisent et dirigent l'usage de ces moyens destructeurs ont à redouter le tribunal impartial de l'opinion et de la postérité, qui poursuit avec sévérité les infracteurs du droit des gens.

Vers l'an 1760 on proposa à Louis XV de

détruire la marine ennemie avec le feu grégeois : ce souverain considéra que la reproduction de ce fléau exterminateur ne diminuerait en rien la violence des passions humaines, et ajouterait malheureusement à l'horreur des combats ; il voulut que cette découverte désastreuse rentrât dans l'oubli d'où elle était sortie, résolution qui peint à la fois la sensibilité et la sagacité du monarque.

Les heureux changemens survenus dans le système militaire, les résultats des guerres actuelles ont pu fournir aux observateurs impartiaux des pensées bien consolantes.

Les guerriers modernes ont atténué le fléau de la guerre par l'habileté des manœuvres, par la grande rapidité des marches, par ces conceptions nouvelles, étonnantes, méditées, exécutées sur le champ de bataille ; le droit de conquête est devenu pour la première fois un moyen de félicité publique ; les peuples ont reçu des mains du vainqueur des institutions bienfaisantes, des lois justes. C'est ainsi que le génie de la guerre semble avoir épuisé toutes ses ressources pour assurer le repos universel.

Examinons rapidement combien serait funeste à l'intérêt public l'usage de ces appareils destructeurs.

Toutes les puissances maritimes sont intéressées à jouir librement des bienfaits du commerce, à s'affranchir d'un tribut odieux, à maintenir l'honneur, l'indépendance de leur pavillon, à assurer l'état florissant des colonies; il leur est donc nécessaire de déployer une force imposante, d'entretenir des flottes destinées à transporter les troupes, les munitions, à protéger les établissemens d'outre-mer. Si l'usage des mines sous l'eau est adopté, si l'on organise l'explosion, le commerce est anéanti; l'extermination détruit successivement la marine militaire, la marine marchande, et précipite l'Europe dans une misère de plusieurs siècles : la mine sous l'eau n'est donc qu'une conception désastreuse. La mer alors devient libre, parce qu'elle est déserte; cette vaste plaine, animée pour ainsi dire par la foule des navigateurs, n'est plus que le séjour hideux de la terreur.

C'est donc en vain que le génie de l'invention se tourmente en cherchant des combinaisons funestes. Un fléau ajouté à la guerre maritime offre à la fois une calamité publique et la ruine de la propriété commune.

J'entends souvent répéter cette objection : La poudre à canon civilisa l'Europe, diminua

les horreurs des batailles, renversa le colosse féodal, aussi dangereux à l'autorité des rois qu'à la tranquillité des peuples; elle fit tomber ces forteresses dont les sommets orgueilleux semblaient annoncer la rébellion perpétuelle du vassal contre l'autorité suprême; ce nouveau système militaire détruisit ces armures qui couvraient la cavalerie, si redoutable par ses ravages. Cette assertion est vraie; mais si la poudre à canon, ou tout autre agent fulminant, est employé à faire sauter un vaisseau ou une forteresse sans sommation, sans signe d'attaque, on introduit le plus redoutable des fléaux.

Hé quoi! l'homme oserait-il allumer la foudre exterminatrice à l'endroit où celle du maître du tonnerre vient s'éteindre!...

Dès que le droit de la défense est proclamé par toutes les lois, et gravé dans tous les cœurs, qu'il se forme donc même au sein de la guerre une convention solennelle et sacrée qui proscrive l'usage de ces moyens exterminateurs. Mais que veut-on obtenir? l'affranchissement des mers? Hé bien! laissez, laissez ces moyens de destruction.....

La force militaire entre les mains du génie est semblable à la puissance de la nature;

elle ne détruit jamais; mais, disposant toutes choses selon les vues profondes de la sagesse, elle produit avec le temps l'équilibre, l'harmonie et le bonheur.

Pour opérer diversion dans l'esprit du lecteur je vais donner la description de deux inventions qui ont rendu les plus grands services.

Description et usage d'un Bateau d'une structure particulière, appelé Bateau de Secours, *avec lequel on a sauvé la vie à un grand nombre de naufragés, inventé par M.* H Greathead, *et présenté à la Societé établie à Londres pour l'encouragement des Arts, des Manufactures et du Commerce.*

Lorsqu'une invention, également simple et utile, paraît dans le vaste champ de l'industrie, on fait souvent moins d'attention au mérite de la découverte qu'à sa tardive apparition : cette simplicité même, qui ajoute à son prix, tend aussi à accroître la surprise.

Comment se fait-il, dit-on, que je n'y aie pas pensé? j'aurais sûrement trouvé ce secret tout comme un autre.

Sans doute vous l'auriez trouvé si vous eussiez été doué de cette disposition particulière de l'esprit qui porte à méditer sur les conséquences d'un fait bien constaté, d'une propriété reconnue dans certaine substance; en un mot à chercher surtout les applications, et à les choisir de préférence dans le cercle de l'utilité.

Eh! qui ne connaît la grande légèreté spécifique de l'écorce du liége? Chacun sait que les pêcheurs en garnissent la ligne supérieure de leurs filets pour leur donner dans l'eau une situation verticale; on s'est aidé de tout temps d'un plastron de liége pour apprendre à nager; on a des corsets, des scaphandres faits de liége pour nager sans l'avoir appris; et l'idée la plus simple, celle de rendre des bateaux insubmersibles en les garnissant de cette écorce, s'est présentée la dernière.

Cependant depuis qu'il existe des navigateurs les crises principales, le danger des atérages réclamait un moyen adapté à cette circonstance. Un bon vaisseau brave aisément la tempête en pleine mer; mais c'est à peu de distance du rivage, c'est en vue et quelquefois à l'entrée du port que la violence

du vent, ou une fausse manœuvre du pilote font échouer. Des marins hardis et bienveillans accourent alors au rivage; ils voudraient voler au secours des victimes qui leur tendent les bras, dont ils entendent les cris de détresse..... mais quel moyen d'arriver à elles? Quelle embarcation résisterait à ces lames écumantes, à ces montagnes d'eau qui se roulent en fureur, et viennent avec fracas s'abîmer tour à tour sur la plage?

Mais au lieu d'une chaloupe ordinaire, que la première lame ferait chavirer, ou qu'elle remplirait d'eau, donnez à ces marins le bateau insubmersible dont nous traçons le modèle, et que nous allons décrire; ils le lanceront à l'eau, et le manœuvreront avec une parfaite sécurité; on les verra toujours sur la cime de la vague à l'instant où elle menaçait de les engloutir; et ce ne sera plus en exposant une vie précieuse à leur famille et à leur pays qu'ils auront le bonheur de sauver celle de leurs semblables.

La modestie avec laquelle l'auteur de cette invention l'annonce à la Société, à l'examen de laquelle il la soumet, mérite d'être remarquée; voici sa lettre d'envoi au secrétaire :

MONSIEUR,

Il s'est écoulé un temps considérable depuis que j'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de la société un modèle du bateau de secours de mon invention.

Je vous adresse le détail de sa construction dans une lettre de M. Hinderwell, qui expose les principes d'après lesquels la forme de ce bateau le rend plus propre que tout autre aux expéditions périlleuses auxquelles il est destiné, et dans lesquelles on en a fait usage.

Je suis, etc.

H. GREATHEAD.

Souht Shulds, 1er janvier 1802.

Dans la classe des inventions qui tendent à diminuer les dangers de la mer, dit M. Hinderwell, le bateau de secours de M. Greathead mérite un accueil distingué : l'expérience que j'ai acquise de sa grande utilité pour sauver les victimes du naufrage, et la sécurité parfaite avec laquelle on peut manœuvrer dans la plus grosse mer, m'ont inspiré un zèle proportionné à l'importance de cette découverte. Je

m'applaudis d'avoir réussi à faire construire un bateau de secours dans le port de Scarborough, et j'ose espérer que cet exemple sera suivi ailleurs. Les services déjà rendus dans ce port ont plus que dédommagé des sacrifices; car on y a déjà sauvé les équipages de deux navires à l'aide de cette invention. Le désir de procurer quelque avantage à mes semblables en cherchant autant que je le puis à faire connaître cette invention, et à inspirer une émulation louable, m'a seul guidé dans cette circonstance.

Description du Bateau de Secours.

La longueur de ce bateau est de trente pieds sur dix de large; (1) sa profondeur, depuis le dessus du bord jusqu'à la partie inferieure de la quille dans le milieu, trois pieds trois pouces; du même bord à la plateforme (en dedans), deux pieds quatre pouces; du sommet des étraves (l'avant et l'arrière sont absolument semblables) à l'horizontale, qui passe par le dessous de la quille, cinq pieds neuf pouces. La quille est une pièce

(1) Nous donnerons les mesures anglaises pour éviter les fractions. Le pied d'Angleterre est plus petit que celui de France dans le rapport de 15 à 16.

épaisse de trois pouces, d'une largeur proportionnée au milieu, et se rétrécissant par degrés vers les bouts jusqu'à l'épaisseur des étraves à la partie inférieure; elle forme une convexité très-notable au-dessous : la courbure des étraves est un arc de cercle, et elles font une quille ou saillie considérable en dehors du plan de flottaison. La section longitudinale de la quille est une courbe fermée de deux moitiés semblables depuis le milieu aux deux extrémités; la section transversale du fond offre, à partir de la quille, de part et d'autre, une légère courbure, dont la convexité est en dessus; cette courbe se termine de chaque côté à une pièce longitudinale à double rainure, qui reçoit les planches du bordage contre ses deux faces opposées; ces pièces sont de même épaisseur que la quille; elles font saillie comme elle, et font le même office qu'elle quand le bateau est penché pour prendre le vent d'un côté ou de l'autre. La section longitudinale du fond jusqu'à fleur d'eau a cette courbure élégante qu'on remarque dans la même partie du bateau de pêche nommé *Coble*, dont on fait grand usage dans le Nord. De ce terme jusqu'au sommet de l'étrave de part et d'autre la courbure devient

plus elliptique, et se projette ou surplombe beaucoup en dehors du plan de flottaison; les côtés du bateau, depuis le niveau du plancher jusqu'au bord supérieur, sont évasés de part et d'autre à peu près de la demi-largeur du plancher. Le bateau conserve toute sa largeur jusqu'assez près des extrémités, et présente en haut une longueur suffisante de côté droit; la courbure du bord est régulière le long de la partie droite du côté, et plus relevée vers les extrémités; sa partie supérieure est revêtue en dehors d'une pièce longitudinale de trois pouces d'épaisseur; et depuis le dessous de cette pièce, en descendant contre les côtés du bateau, dans une hauteur de seize pouces, et sur une hauteur de vingt-un pieds six pouces, règne une garniture de liége disposée par couches les unes sur les autres jusqu'à une épaisseur de quatre pouces; cette garniture dépasse ainsi d'environ un pouce la pièce longitudinale qui forme le bord du bateau; le liége est assujetti en dehors par des bandes de cuivre minces, et le bateau est assemblé avec des clous de cuivre.

Les siéges sont au nombre de cinq, et les bancs doubles, en sorte qu'on peut placer dix rameurs; les avirons sont courts et tien-

nent à des taquets ou chevilles de fer par un lien de corde, de manière que le rameur peut agir indifféremment dans les deux sens; on nage le bateau avec une rame à chaque extrémité, plus longue d'un tiers que l'aviron ordinaire; la plate-forme, au fond du bateau, est horizontale dans sa longueur moyenne, et se relève vers les extrémités pour la convenance du timonier, et pour lui donner plus de puissance sur sa rame.

La partie intérieure du bateau de chaque côté, depuis le dessous des bancs jusqu'à la plate-forme, est garnie de liége. La quantité totale de cette écorce pour un bateau s'élève à sept quintaux: cette addition contribue à la légèreté spécifique de cette embarcation, et à lui donner la faculté de se maintenir debout contre les coups les plus brusques de la vague. Cette garniture garantit ainsi le bateau des coups qu'il peut recevoir à l'extérieur contre les côtés d'un navire; mais ce n'est point à cette addition seule qu'il doit sa prééminence; sa forme lui permet d'attaquer la lame indifféremment à l'avant ou à l'arrière; la courbure convexe de sa quille prête au mouvement de pirouette, et contribue à la facilité

de la conduite ; car un seul coup de rame du timonier a autant d'effet que si le bateau tournait sur un pivot. Sa belle coupe, semblable à l'avant et à l'arrière, divisemervei lleusement la vague lorsqu'on rame contre elle ; et, combinée avec la convexité du fond et la forme elliptique de l'avant, elle donne à l'embarcation une légèreté étonnante dans la plus grosse mer, et permet qu'on la lance en avant avec rapidité, sans embarquer des lames, dans le cas où un bateau ordinaire courrait risque d'être rempli d'eau. La forte saillie du ventre du bateau, depuis le niveau de la plate-forme jusqu'au bord, lui donne un appui latéral considérable ; et le prolongement de cet évasement vers les deux extrémités contribue à soutenir le bateau contre la vague. L'expérience a montré que les embarcations de cette forme sont les meilleures connues jusqu'à présent pour résister à une mer turbulente. Le peu de profondeur intérieure, depuis le niveau du bord jusqu'à celui du plancher, la convexité de la forme, et le volume du liége intérieur laissent peu de place pour l'eau ; en sorte que lorsque le bateau de secours vient à s'emplir il contient beau-

coup moins de liquide que les bateaux ordinaires, et ne court aucun risque ni de s'enfoncer, ni de chavirer.

On ne croirait pas qu'une embarcation aussi considérable puisse être conduite à force de rames contre les plus hautes vagues; cependant l'expérience en démontre la possibilité. Les bateaux de forme ordinaire, destinés à un mouvement rapide, sont sans contredit mis en action avec peu de force; mais leur défaut de légèreté spécifique et d'appui latéral les empêche de s'élever avec la vague quand on les dirige contre elle, et elle les engloutit; d'autre part, les bateaux destinés au transport des marchandises éprouvent trop de résistance du vent et des vagues pour qu'on puisse les conduire au secours d'un navire en détresse.

Cependant on ne peut douter que l'addition du liège aux bateaux ordinaires ne les rendît plus légers et mieux flottans; et on pourrait avoir à bord des grands bâtimens une certaine quantité de cette écorce en provision, pour l'adapter au besoin à la chaloupe; on en ferait l'essai à peu de frais, et en garnissant de cette manière les simples bateaux de promenade on les met-

trait à l'abri du danger d'un gros temps qui les surprendrait en mer.

On tient le bateau de secours dans un hangar sur un petit chariot à quatre roues fort basses, au moyen duquel on le transporte promptement sur la plage au besoin. On a trouvé cependant quelques inconvéniens à ce mode de transport, surtout par la difficulté de replacer le bateau sur le chariot après qu'on en a fait usage. On a suivi ailleurs le procédé suivant : On emploie deux roues de neuf pieds de diamètre, que réunit un essieu courbé en arc, et armé d'un bras de levier; le bateau est suspendu, près de son centre de gravité, à cet essieu, qui porte vers ses extrémités, mais au-dedans des roues, une cheville de fer avec une chaîne pendante; quand le levier est élevé verticalement la partie supérieure de l'axe descend, et on accroche les chaînes à des crochets en dedans du bateau; on tire ensuite le levier en bas; mouvement qui, à raison de la courbure de l'essieu, et de la position de ses chevilles, soulève le bateau; on attache le levier à la flèche de cette espèce de triqueballe, et on emmène le tout sur les deux roues.

Le bateau de Scarborough est sous la

direction d'un comité; et vingt-quatre pêcheurs, formant deux bandes, sont affectés alternativement à sa manœuvre. En cas de naufrage d'un bâtiment le comité paye une indemnité à chacun des hommes qui ont manœuvré au secours, et les propriétaires du vaisseau n'ont jamais refusé d'y joindre une récompense quand ils en ont eu la faculté.

Il est important que le commandement du bateau de secours soit confié à quelque marin robuste et expérimenté qui connaisse bien le cours de la marée, pour en profiter en faisant route vers le vaisseau naufragé. La proue du bateau doit être toujours dirigée contre la vague, et il faut redoubler l'effort des rames au moment où l'on va la rencontrer. On ne doit approcher qu'avec précaution du bâtiment échoué, à cause du violent remou de vague, qui peut occasionner un très-grand danger. En général il vaut mieux arriver sous le vent; mais quelquefois la position du vaisseau ne le permet pas; et l'habileté du chef pilote consiste à savoir choisir l'endroit par lequel l'accès sera le moins difficile. Les rameurs doivent s'exercer à l'usage du bateau

dans les gros temps, et obéir strictement à tous les ordres de leur chef.

Manœuvre et instructions ultérieures.

On peut lancer à la mer le bateau de secours comme toute autre chaloupe. La distance du hangar au rivage à Lovestoffe en Suffolk est de cent verges (trois cents pieds), et les gens d'équipage lui font parcourir cet espace en dix minutes. Quand la vague ne brise pas bien fort sur la plage on peut conduire le chariot assez avant pour que le bateau soit soulevé par l'eau et qu'on retire le véhicule; mais si la houle est forte il faut pousser le bateau hors du chariot avant d'arriver aux brisans; on le conduit sur des planches mises en travers, et maintenues par des hommes debout sur leurs extrémités; puis, à l'aide d'un câble et d'une ancre, placés aussi loin en avant qu'il est possible, on tourne le bateau jusqu'à ce que les avirons puissent agir.

Au retour on retire le bateau sur son chariot à l'aide d'un assortiment de poulies mouflées, dont la corde s'attache à un lien à l'avant.

Ces bateaux sont ordinairement peints en

blanc au-dehors, parce que cette couleur se voit mieux de loin au moment où le bateau s'élève du fond de la vague. Les avirons sont de sapin de la meilleure qualité, l'expérience ayant prouvé que ceux de frêne sont trop flexibles dans les brisans; et lorsqu'on les fait courts et pesans, comme il le faut lorsqu'on rame à double banc, la brièveté du levier d'action fait que le rameur est bientôt fatigué.

La manœuvre exige douze hommes; savoir, cinq de chaque côté maniant autant d'avirons, et un pilote à chaque bout pour guider avec sa longue lame : celui-ci doit avoir toujours l'œil fixé sur la rame, et avertir les rameurs de redoubler d'efforts au moment où on en approche; le bateau s'élève alors lestement dessus, et embarque à peine de l'écume. Il faut observer que la carcasse et les débris du vaisseau échoué occasionnent souvent un reflux irrégulier, contre lequel on doit manœuvrer avec adresse et promptitude. Si le vent porte à terre, le retour du bateau est extrêmement facile; il suffit de le guider.

L'auteur a ajouté à son invention, vers la fin de l'année dernière, une quille sortante et rentrante à coulisse, perfectionnement de l'in-

vention hollandaise; cette quille glisse dans une direction angulaire, de manière à correspondre à toute profondeur avec la section inférieure du gouvernail. Cette addition met le bateau de secours en état de faire voile au besoin, et de servir ainsi avec avantage sur des bâtimens qui entreprennent des voyages de long cours. Cette addition est amovible à volonté, et ne change rien d'ailleurs à la forme et aux proportions du bateau.

Le duc de Nortumberland a fait construire à ses frais un bateau de secours pour le port de Northshields, et a fondé une rente annuelle pour son entretien et sa manœuvre; il en a fait établir un second, qu'il a envoyé à Oporto: on en a construit depuis cette époque un très-grand nombre, et bientôt chaque port des îles britanniques aura le sien.

L'auteur a reçu de la Société des Arts de Londres une médaille d'or et cinquante guinées à titre de récompense. La Société d'Humanité lui a également voté une médaille; celle de Trinity-Kausse lui a donné une récompense pécuniaire: on a ouvert une souscription au café Loyd pour le même objet; et le parlement n'a point dédaigné de s'en occuper; il a adjugé à M. Greathead une gra-

tification de douze cents livres sterling (trente mille francs.)

Un grand nombre de lettres et de certificats insérés à la suite de la description que nous venons de transcrire prouvent que ces récompenses sont bien méritées; nous citerons quelques détails.

Vingt propriétaires de navires attestent par leurs signatures que dans le seul port de Tynmouth le bateau de M. Greathead a sauvé la vie à près de trois cents personnes dans l'intervalle de onze ans. Ils remarquent que l'auteur a rendu sa découverte publique avant d'avoir demandé aucune récompense, et ils le recommandent à la Société des Arts.

Le 1er janvier 1795 le navire Parthénius de Newcastle fut poussé sur les bas-fonds appelés *Herdsauds*. Au moment où le bateau de secours l'atteignit la vague donna à celui-ci une secousse si violente que le fond du bateau fut détaché en partie; malgré cet accident il fit avec succès trois voyages au navire échoué.

Le vaisseau la Peggy étant naufragé sur le même écueil, tout l'équipage fut sauvé avec le bateau de secours, quoiqu'on eût oublié de mettre en place le bouchon qui fermait un

trou pratiqué au fond, et qu'en conséquence le bateau ne cessât point d'être rempli d'eau pendant la manœuvre.

Le 28 novembre 1797 le vaisseau Planter de Londres échoua sur la barre de Tynmouth. Le bateau de secours alla y prendre quinze personnes de l'équipage; et à peine eut-il quitté le bâtiment que celui-ci fut mis en pièces par la mer : ces quinze personnes, qui furent sauvées, auraient inévitablement péri.

Le 22 janvier 1802 le bâtiment Thomas et Alice échoua sur les mêmes sables, poussé par une violente tempête. Le bateau de secours le Nortumberland fut incontinent lancé à la mer : on crut y avoir reçu tout l'équipage, et on ramait vers le rivage lorsqu'on découvrit un malheureux qui avait été oublié sur le pont; on retourna pour le prendre : un violent coup de vent jeta dans cet instant le navire entre les brisans, et le fit heurter contre le bateau assez violemment pour briser tous les avirons de son côté, et faire lâcher prise aux rameurs du côté opposé et au timonier. Celui-ci se saisit de l'une des rames de rechange, et gouverna sous le vent et la vague, de manière à conduire à terre saines et sauves vingt-une personnes,

y compris les matelots du bateau, lequel était rempli. »

« Le 2 novembre 1801, par une tempête effroyable, l'Aurore de Newcastle manqua l'entrée du port de Scarborough, et échoua exposé à toute la violence de la mer. Le bateau fut hardiment lancé à son secours; il l'atteignit, et recueillit d'abord quatre des matelots; mais une lame vint par-dessus le pont se verser sur le bateau, et le chasser en dehors. Trois mousses, encore suspendus aux cordages, imploraient le secours; on retourna; on les reçut, et ainsi on conserva à leur pays et à leurs amis sept hommes utiles. »

Nous n'entasserons pas un plus grand nombre de citations, de crainte de fatiguer nos lecteurs; nous terminerons par le passage suivant, tiré de la dernière des pièces envoyées à la Société des Arts; elle est datée de Sunderland le 30 avril 1802, et signée Worton.

On ne peut voir sans étonnement (dit l'auteur) avec quel zèle et quel admirable dévouement nos matelots s'abandonnent à la mer la plus effrayante dans ce bateau de secours, dont le succès a dépassé toutes les espérances qu'on pouvait en concevoir. S'il

venait à être généralement adopté, l'avantage pour les marins en serait incalculable.

Première coupe sur la longueur du bâtiment de secours.

BB. Préceintes de vibord.

AA. Etraves au bout du bateau.

CC. La quille.

EE. Ecoutes ou places pour les naufragés.

TTT. Toulets sur lesquels on place les étropes des avirons.

P. Plafond au-dessous des pieds des rameurs.

N°. 3. Section transversale du bateau de secours.

CC. Couches de liége formant le revêtement extérieur du bateau.

RR. Remplissage de l'espace intérieur, également de liége.

E. Etraves.

K. La quille.

La figure 3 représente le chariot de transport, ses roulettes, ses entailles, les petites roulettes pour faciliter le jeu du fond du bâtiment.

Nouvelles Balises.

On entend souvent parler des naufrages près des ports, des rades, à la vue des côtes;

si l'on veut connaître la cause de ces malheurs fréquens, il faut considérer que le flux et le reflux de la mer, surtout à l'entrée des rivières, des golfes, des baies et des petits bras de mer ou ouvertures entre les terres, réunis à l'action accélérée des eaux par les tempêtes, forment souvent sur les côtes du continent et des grandes îles le passage le plus difficile et le plus variable; ce sont ces excavations naturelles, toujours renouvelées, qui produisent ces bancs de sable, ces basfonds et ces rochers dangereux, l'effroi des navigateurs. De là l'origine de ces signaux, nommés *balises*, placés sur les écueils pour les indiquer aux gens de mer. On fait remonter cette invention au commencement du 16e siècle; mais depuis deux cent soixante ans, malgré l'importance et l'utilité reconnue des balises, malgré les milliers d'hommes et les millions de valeurs qui ont été perdus par l'imperfection de la manière actuelle de baliser, jamais les hommes de l'art n'ont songé à améliorer leurs formes ou leurs dispositions, qui restèrent jusqu'au commencement de ce siècle dans la même forme; c'est à dire un corps flottant sur l'eau, et arrêté par une chaîne à une ancre engagée dans le fond.

Il est presque inutile de faire ressortir l'avantage inestimable d'un système de balises d'une bonne construction, placées près des endroits exposés, comme plusieurs parties des côtes de France, à des vents souvent impétueux et environnés de bas-fonds, de bancs et de rochers funestes aux navigateurs. Au fort de la tempête, quand il est impossible de secourir un pilote, quand à peine les signaux de terre peuvent être aperçus à cause de l'obscurité du temps, combien des indices permanens et visibles ne rendent-ils pas de services en désignant la route, en montrant la passe, et en dirigeant la route du bâtiment! Le témoignage de naufrages réalisés n'atteste que trop l'inutilité des balises ordinaires dans les momens terribles!

C'est une vérité reconnue que dans ces instans qui exigent tout le talent des marins les plus expérimentés quand les vaisseaux sont chassés par l'impétuosité de l'orage à travers les ondes en fureur vers l'entrée d'une passe ou d'un chenal difficile, les balises ordinaires ne peuvent pas sauver du naufrage par la difficulté de les apercevoir. Celui qui a trouvé un moyen d'éviter ce danger a donc rendu le plus important service à l'humanité. On se

rappelle la perte d'un vaisseau anglais de soixante-quatorze, naufragé il y a deux ans; presque tout le monde périt faute de bons signaux pour avertir du danger.

C'est à M. Logan qu'on doit cette invention, qui mérite la reconnaissance de toutes les puissances de l'Europe. Le succès et l'excellence de cette invention ont été attestés par plus de onze cents pilotes ou capitaines de vaisseaux; que pourrions-nous ajouter à des témoignages aussi authentiques? Passons à l'explication de cette balise, à laquelle il a donné le nom de *Pyramide maritime* et de *Balise spirale;* le premier nom est donné à celles qui ont plus de dix pieds de diamètre; le second indique la balise de moindre dimension.

Explication de la planche 2.

Lettre *D* représente une ancienne balise, la base de la balise à angle droit, avec son axe. Il est évident que par la position oblique de la balise la grandeur réelle ou apparente de la balise est perdue, puisque l'élévation au-dessus de la surface n'est pas à pro-

portion des dimensions et de la grosseur de la balise ; et cette élévation, diminuée par l'inclinaison de l'axe vers l'horizon, est également détruite par la force qui la fait incliner, et par le poids de la chaîne fixée à son extrémité.

Les anciennes balises étant amarrées par la pointe, leur immersion est plus fréquente pendant un vent frais que si la chaîne d'amarrage était fixée à un angle de quarante-cinq degrés, avec la profondeur perpendiculaire ; à peu près comme les phares flottans des Anglais, près Plymouth, sont amarrés par la continuation de leur axe à travers le centre de leur axe ou base. Par une pareille position l'effort direct de la mer ou la force et la vivacité du courant feront en grande partie leur effet en agissant sur la convexité de la balise, ou sur la place inclinée de sa base; par ce moyen la force, qui tend dans la position actuelle à rompre la chaîne ou à submerger la balise, sera en grande partie diminuée.

Nous nous sommes étendu sur les différentes causes de l'inutilité des balises actuelles, des rades dans leur position oblique,

et de la cause des nombreux accidens qui en résultent pour les vaisseaux ; car il est évident que dans cette position l'ancienne balise est presque invisible par la réflection du soleil ou de la lune, et souvent même par une légère brume sur la surface de la mer, de trois ou quatre pieds de hauteur, et très-commune dans le voisinage des côtes, même quand il n'y a pas la moindre brume en pleine mer. Nous serions entraîné trop loin si nous rappelions tous les accidens qu'a occasionnés l'imperfection des anciennes balises, et qui sont entièrement prévenus par l'usage des pyramides maritimes.

Lettre *C.* Une de ces pyramides vue de côté avec son axe vertical ou mât placé dans le centre de la pyramide depuis la base jusqu'au sommet. Le pavillon a deux différentes figures, et est mobile sur des pivots ; afin d'obéir à l'impulsion du vent, il est disposé comme une girouette, formé de deux portions coniques réunies ensemble, et fabriqué de lames de bois comme les persiennes, afin de le laisser traverser par le vent sans opposer beaucoup de résistance, et de présenter au vaisseau navigant en pleine mer l'apparence d'un double cône solide : cette partie ou pavillon

doit être peint en blanc, afin de le détacher des couleurs sombres de la mer et des nuages obscurs qui bordent l'horizon dans les temps d'orage. Le chapeau ou sommet est fortement attaché par des cercles de fer, afin de lier la charpente, et de maintenir le mât de la manière la plus solide. Cette quille est assemblée avec le cercle de flottaison par des chevilles ; à cet effet on a placé une poulie de frottement à l'extrémité de la chaîne d'amarrage ; cette poulie peut rouler sur le morceau de chaîne, et est combinée au-dessous de la quille. *AA*. Chaîne d'amarrage supposée au plus fort degré de tension par l'effort du vent et du courant. Ainsi, l'effort fait sur la pyramide maritime ne tend qu'à faire enfoncer dans le sens de son centre de gravité ce qui augmente sa stabilité, et conserve son équilibre contre les forces imprimées par l'eau et les vents.

La pyramide maritime récemment amarrée à l'extrémité occidentale du banc dit le *Mause Sand*, à l'est de l'entrée de la rivière de la Tamise, a vingt-deux pieds d'élévation au-dessus du niveau de la mer, et dix pieds pour son plus grand diamètre ; son tirant d'eau est de vingt-un pouces ; le poids de la chaîne

d'amarrage est de 952 livres, et celui de l'ancre de 1000 livres.

La pyramide maritime ou balise spirale a l'avantage de rester toujours dans sa position primitive, quelque temps qu'il fasse; on l'a aperçue très-distinctement du pont d'un vaisseau, pendant un vent frais, à plus de trois lieues de distance; s'il était nécessaire on pourrait le rendre visible à un plus grand éloignement en augmentant les dispositions du pavillon qui sert de signal.

Dans un vent grand frais, avec une forte marée et beaucoup de houle qui rendent l'ancienne balise invisible, cette dernière est submergée, parce que, même en plein midi, il est impossible par une légère brume de se diriger sur elle, au lieu que la balise spirale, qui se trouve amarrée à trois encâblures, s'élève à chaque vague sur la surface dans une position toujours verticale, et de manière à ce qu'on puisse se diriger sur elle, et la distinguer facilement à près de deux lieues de distance : ainsi, un bâtiment peut être averti assez tôt, quelque temps qu'il fasse, pour, plus près du vent, virer s'il se trouve s'orienter sous le vent, ou dévier vent arrière s'il est du côté du vent, ect., etc.

Ces nouvelles balises ne sont point sujettes à l'immersion par la vélocité du courant, réunie à celle de la marée ; elles sont rendues plus légères sur l'eau à proportion du diamètre et de l'angle de sa base; d'où il suit que les mêmes causes qui produisent l'invisibilité ou la submersion des balises ordinaires, tendent à augmenter l'élévation des pyramides maritimes.

Outre que cette balise flottante ne court aucun risque d'être submergée à cause de la résistance de sa base qui l'emporte sur le poids de la chaîne d'amarrage, sa grandeur apparente s'élève encore au-dessus de la surface des flots ; sa construction l'empêche aussi d'éprouver ces effets terribles d'une grosse mer, par lesquels les anciennes balises ont été si souvent submergées ou chassées de leur mouillage.

Mais un objet plus important est l'impossibilité que cette balise soit rendue invisible ni par le poids, ni par le mouvement de la chaîne d'amarrage, ni par la houle, ni par les brisans; la houle, au contraire, augmente son élévation. Il ne serait pas difficile de faire de la balise un phare flottant au moyen d'un réverbère placé dans le sommet

du cône; et si on l'adoptait dans les pays septentrionaux, on pourrait armer la flottaison de manière à empêcher sa destruction par des glaces. Quant à sa construction personne n'ignore que la forme cónique permet de lui donner toute la force nécessaire, et même de faire des dispositions très-importantes pour la sûreté des victimes.

M. Logan a imaginé un moyen d'avertir les vaisseaux dans un temps brumeux des dangers qui les menaçaient; à cet effet une grosse cloche est suspendue dans l'intérieur du cône, et, au moyen du support à ressort, avec des globes de métal suspendus à l'extrémité des chaînes, la moindre agitation des vagues fait sonner la cloche, et avertit l'équipage de l'approche des dangers. La *fig.* C est représentée en partie ouverte pour montrer la disposition de la cloche, des chaînes, etc. Si on désire augmenter l'effet du son de ces cloches on n'a qu'à ajouter sur les ouvertures des quatre côtés des porte-voix, lesquels produiront l'effet désiré.

Sur des bancs de sable, des bas-fonds et des rochers très-éloignés de la terre, au-delà des limites ordinaires des pilotes-côtiers, ce qui est en général la partie la plus dan-

gereuse pour les voyages sur mer, les pyramides maritimes auront un avantage inappréciable, puisqu'on pourrait dans ces endroits convertir les balises en asiles pour les marins; on n'aurait qu'à attacher des chevilles à boucles avec des lesses d'acastillage sur le second trait arrondi au-dessous de la porte d'entrée; on leur laisserait dans l'intérieur quelques pavillons pour servir de signaux de détresse, qui pourraient engager les vaisseaux qui passeront à les approcher; à cet effet on y mettrait un petit bâton d'enseigne avec des drisses, etc., pour hisser les signaux; rien n'empêche qu'on suspende dans l'intérieur quelques sangles pour les réfugier.

Ces pyramides viennent d'être adoptées par le gouvernement du Bengale, dans les Indes, à l'entrée du Gange, et on en a obtenu le plus grand succès.

Il est nécessaire d'observer que quand on les place sur des bancs de sable il faut les fixer par des ancres; car les poids qu'on emploie en général pour retenir les balises ne peuvent s'accrocher sur les fonds de sable : ces poids, que les Anglais appellent *ancres de balises*, sont faits d'une plaque

de fonte carrée, longue de deux pieds six pouces, sur trois pouces d'épaisseur, et pèsent de huit cents jusqu'à mille livres.

Le bateau insubmersible et la nouvelle balise sont de véritables monumens élevés par le génie en faveur de l'humanité. Sans doute on voit avec peine que ces inventions si utiles ne sont point généralement adoptées; mais les progrès du mal sont constans et rapides, tandis que la marche des moyens de secours est très-lente. Il faut de grands efforts pour introduire les habitudes les plus salutaires; la protection de l'autorité, l'encouragement, les grands exemples peuvent vaincre les obstacles. Nous avons vu que le bateau de secours rend d'importans services; son usage ne doit pas être limité; il peut remplacer la bouée que l'on trouve sur tous les bâtimens de guerre, et servir à l'approche de tous les dangers, même pour aller à terre quand la mer est houleuse. On voit fréquemment des canots chavirer et des matelots périr au milieu des flots agités des rades.

Cette idée simple et heureuse du liége pourrait servir à diriger la construction des bacs; on traverserait avec plus de sécurité ces rivières où la profondeur et la rapidité

des eaux ne permettent pas de construire des ponts. On préviendrait ainsi des malheurs trop fréquens.

Il était nécessaire de donner la description des nouvelles balises, afin de rappeler que si la mer offre de grands périls, l'art est parvenu à les prévenir autant que possible.

Il existe encore un très-grand nombre d'appareils à flotter et à plonger : les inventeurs diffèrent sans doute dans les moyens d'exécution ; mais les procédés sont fondés sur les mêmes théories; ils tendent tous au même but.

LA CHIMIE PNEUMATIQUE

APPLIQUÉE

aux Travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, etc.

SECONDE PARTIE.

Digitized by Google

LA CHIMIE PNEUMATIQUE

APPLIQUÉE

aux Travaux sous l'Eau, dans les Puits, les Mines, etc.

Moyens de se préserver de l'Acide carbonique, de l'Azote, et de porter des Secours au milieu des Gaz irrespirables, etc.

PREMIÈRE SECTION.

Principe de la Chimie pneumatique. — Concentration de la respiration dans les vaisseaux fermés. — Etat de la question. — Solution du problème.

Je me suis proposé d'examiner jusqu'à quel point il était possible d'exécuter sous l'eau des travaux, de pénétrer avec sécurité dans les puits, les mines, les souterrains, de se soustraire à l'influence des gaz délétères qui font succomber un si grand nombre de victimes; entraîné vers ce travail par le désir d'être utile, j'ai pris pour guides l'observation, l'expérience : l'objet principal de mes recherches peut se réduire aux termes suivans :

Digitized by Google

S'isoler du fluide environnant ; concentrer l'acte de la respiration dans le plus petit espace possible, de manière à pouvoir respirer et manœuvrer dans un temps donné.

La solution de ce problème intéressant est fournie par les principes de la chimie pneumatique et de la physiologie. J'exposerai donc préliminairement la théorie de la décomposition de l'air, la nature des gaz élémentaires, les effets de la respiration sur l'air, le phénomène de l'oxigénation ; j'examinerai ensuite les conditions rigoureuses d'où dépend la solution de la question principale, et j'indiquerai les différentes applications. L'importance de cette matière exige nécessairement cette méthode.

Cette masse qui enveloppe notre globe et le presse en tous sens, dont l'action, tantôt lente, tantôt impétueuse, entraîne ces molécules infinies, est soumise à des variations indéterminables ; le fluide dans lequel nous sommes plongés a été soumis aux lois de l'analise à l'aide de l'art expérimental, découverte admirable qui étend le pouvoir de l'homme, puisque c'est une sorte de création. Il a été reconnu d'après MM. Priestley et

Lavoisier que l'air atmosphérique le plus pur était composé de vingt-sept parties d'oxigène environ, et de soixante-douze de gaz azote; outre ces deux principes on trouve encore dans l'air un centième d'acide carbonique. Le gaz oxigène a un caractère éminent; il est seul propre à la combustion; les corps incandescens que l'on plonge dans l'air vital y brûlent avec une rapidité étonnante, avec un éclat si vif, que la vue ne peut le supporter.

Expérience.

Tournez un fil-de-fer léger en spirale; plongez-le dans un vase rempli d'air vital: après avoir allumé au bout de la spirale un petit morceau d'amadou le fer brûle, et jette des étincelles en forme de gerbes d'artifice.

Cet air vital est si actif qu'il fond, volatilise les corps présumés infusibles, tels que le diamant et le platine.

On se procure l'oxigène de différentes manières, soit en distillant à l'appareil pneumato-chimique de l'oxide rouge de mercure, de l'oxide noir de nanganèse, ou du muriate suroxigéné de potasse; ce dernier donne à une chaleur médiocre du gaz oxigène très-pur

dans la proportion de $\frac{31}{105}^{e}$. On obtient l'oxigène en exposant aux rayons du soleil une cloche pleine de feuilles d'arbres et d'eau, et renversée sur un bassin également plein d'eau, ou bien en décomposant ce fluide à l'aide de la pile galvanique, opération extrêmement lente, et plus curieuse qu'utile.

L'air pur ne donne aucun signe d'acidité, quoiqu'il soit le générateur des acides; il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux.

Si l'on soumet l'azote à l'analise on s'aperçoit que ce gaz est incomburant et irrespirable par sa nature; il éteint les bougies, asphyxie les animaux, et ne peut être absorbé ni par l'eau, ni par les acides, ni par les alkalis; rien ne peut l'enlever au calorique: il est aussi soumis aux lois de la dilatation, à peu près égal à $\frac{1}{213}^{e}$ de son volume primitif par chaque degré du thermomètre de Réaumur; sans doute il est destiné à des élaborations très-multipliées et indéterminées, puisqu'il forme les 0,73 de l'atmosphère de la terre.

L'analise des deux gaz élémentaires qui constituent l'air respirable; la connaissance de leurs propriétés nous permettent de déterminer les fonctions séparées qu'ils remplissent dans l'acte de la respiration.

C'est dans ce phénomène de la respiration que l'on remarque particulièrement les lois de l'équilibre et de l'harmonie qui président à toutes les opérations de la nature.

L'air vital ou l'oxigène pur userait bientôt la vie au lieu de l'entretenir; comme dans l'acte de la respiration c'est le sang, la substance de l'animal qui forment la matière du combustible, si le calorique était surabondant, le flambeau de la vie, brûlant avec précipitation, s'éteindrait bientôt.

Cette sensibilité, cette exaltation passagère peuvent produire le bien-être; mais si elles étaient prolongées, elles occasionneraient des effets funestes : d'après les leçons des physiologistes la fièvre emporterait bientôt celui qui ferait un usage immodéré de l'air vital.

Il est impossible de respirer l'oxigène seul au-delà de deux minutes; les pulsations du pouls sont alors plus vives, plus fréquentes; on éprouve un état de gêne insupportable; il ne se dégage point une plus grande quantité de calorique; car la portion d'air vital consommée est toujours la même; la chaleur n'augmente pas non plus, quelque ri-

che que soit l'air que l'on respire : c'est ainsi qu'un homme, prenant quantité double d'alimens, n'est pas mieux nourri que celui qui en prend une quantité suffisante. J'ai remarqué que quand il ne forme plus que la dixième partie de l'air vital, on commence à éprouver la suffocation; une addition d'un dixième produit une sensation agréable.

D'après les lois de l'économie propres à notre espèce, il était nécessaire que l'air vital fût uni à un tempérant : l'azote est cet agent auxiliaire; il paraît destiné à modérer l'énergie de l'air vital, de même que l'eau sert à diminuer la force des liqueurs; ce mélange établit l'équilibre.

Expériences.

Goodwin fit quelques expériences pour parvenir à une mesure quelconque; et quoiqu'il y ait eu toujours quelque différence dans les résultats, cette différence se réduit à très-peu de chose.

Il détermina la proportion du gaz dans douze pouces cubiques d'air atmosphérique; alors il aspira un égal volume du même air, qu'il exposa dans un récipient de verre; il analisa le tout, répéta cette expérience plu-

sieurs fois, et la moyenne s'est trouvée ainsi qu'il suit :

Le volume d'air attiré dans les poumons à chaque inspiration contenait : gaz azote quatre-vingts; gaz oxigène dix-huit; gaz acide carbonique deux. Le volume d'air rejeté du poumon dans l'aspiration contenait : gaz azote quatre-vingts; gaz oxigène cinq; gaz acide carbonique treize.

L'expérience de Goodwin confirme l'assertion, et met en principe que l'azote, qui entre d'ailleurs dans une foule de combinaisons de la substance animale, est dans l'acte de la respiration un agent purement auxiliaire.

Le premier effet de la respiration sur l'air est d'en diminuer le volume. Jurin observa le premier cette absorption, fixée dans la suite par Hales à $\frac{1}{68}^{e}$. M. de Morozzo fit des expériences, répétées depuis par M. Lavoisier. Le chimiste français ayant mis un animal sous une cloche contenant 1,728 pouces cubes de gaz oxigène, trouva le volume réduit à 1,672 pouces $\frac{1}{4}$; l'analise lui démontra qu'il s'était formé 229 pouces $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. Goodwin s'aperçut que la diminution du gaz oxigène et l'augmentation de

l'acide carbonique sont constantes, et progressives. Dans une même quantité d'air respiré plusieurs fois il remarqua que les changemens produits par les respirations successives ne correspondaient point aux premiers changemens opérés par la première inspiration.

Le second effet de l'air dans la respiration c'est d'augmenter la chaleur, et d la porter à $\frac{11}{100}$. Crawort a trouvé que la chaleur du sang artériel dans un chien était à celle du sang veineux comme 11 est à 100; dans un mouton comme 123 à 100.

De l'Oxigénation.

Le phénomène de la respiration et de la combustion a donné lieu aux observations les plus importantes; la nature a cédé aux efforts de l'art et de l'analise; les moyens d'entretenir la vie et la flamme sont enfin connus; l'un et l'autre ne peuvent subsister un instant sans l'air vital. Des observations plus suivies ont encore montré une analogie plus rigoureuse entre la combustion et la respiration; car toutes deux s'opèrent par l'effet d'un des gaz élémentaires.

Digitized by Google

L'air vital, destiné à précipiter la combustion des corps, communique au sang la couleur vermeille et brillante qui le rend plus léger, plus écumeux, plus chaud; il enlève au sang noir une portion surabondante de carbone et d'hydrogène par une sorte de combustion; il se combine avec le sang artériel, dans lequel on retrouve une quantité de cet élément.

Expériences.

1°. Si le sang est exposé à l'air, sa surface se recouvre d'une couche d'un rouge vif, tandis que le dessous est noirâtre.

2°. Hewson a rendu le sang veineux vermeil en injectant de l'air dans l'espace d'une veine déterminé par une ligature.

3°. D'après Hamilton, si l'on fait passer du gaz hydrogène dans du sang arrêté dans la veine jugulaire par deux ligatures, si on le laisse en contact pendant une heure, le sang se trouve liquide et noir comme l'encre.

4°. M. Cuvier a fait remarquer que tout le sang est noir dans un petit tiré du corps de sa mère avant d'avoir respiré; l'artériel devient rouge à l'instant même de la première inspiration.

5°. Sennebier le naturaliste, traducteur de Spallanzani, nous fait observer que l'oxigène qui pénètre les coquilles des oiseaux a une autre propriété sur les embryons; il colore leur sang en rouge. Quelques physiologistes ont bien dit que d'abord le sang est jaune; qu'il prend eusuite une couleur de rouille, qui s'accroît en force jusqu'à ce qu'elle soit rougeâtre.

Primævum sanguinis colorem flavum esse, qui per varias rubiginosi coloris gradus, in ruborem confirmatur.

6°. Lower a observé dans les animaux vivans que le sang qui jaillit d'une blessure faite à la veine pulmonaire est d'une couleur vive; il savait déjà que le sang que l'artère pulmonaire porte dans les poumons est d'une couleur noire : il en conclut que le sang prend sa couleur brillante dans son passage à travers le poumon. Observant ensuite que lorsque les animaux ont cessé de respirer le sang que verse la blessure de la veine pulmonaire est au contraire noir, il attribue la production de la couleur brillante du sang pulmonaire aux effets de la respiration.

Voulant examiner ce fait, poursuit Goodwin, je me procurai quelques chiens de

Digitized by Google

forte taille; je leur enlevai le stérnum; je découvris les troncs des veines et artères pulmonaires, de façon à bien distinguer la couleur de leur sang; j'enflai les poumons avec un soufflet. En imitant ainsi les mouvemens de la respiration naturelle, je conservai l'animal en vie pendant un temps considérable : j'observai que pendant l'action du soufflet le sang contenu dans le tronc de l'artère pulmonaire était noir, et celui qui traversait la veine était d'une couleur vive; quand le soufflet cessait de jouer le sang devenait noir par dégrés dans les veines, ainsi que dans les artères.

Dans quelques-uns de ces animaux je séparai les troncs des veines et des artères sous-clavières, et j'observai que le sang artériel, tandis qu'on soufflait, devenait éclatant, et au contraire redevenait graduellement noir, ainsi que le sang veineux, quand on faisait cesser l'action du soufflet.

Le sang veineux qu'on tire par les saignées, étant de couleur sombre au sortir de la veine, devient plus brillant par la simple exposition à l'air.

Tous ces faits confirment l'opinion de Lower; ils prouvent que le sang acquiert une couleur

plus éclatante en passant par le poumon, et que cette couleur est le produit de l'action chimique de l'air.

L'expérience suivante prouve que ce changement de couleur du sang est dû tout entier au gaz oxigène : j'ai dilaté les poumons de quelques chats avec du gaz oxigène; après leur avoir enlevé le sternum, et soufflé dans les veines pulmonaires, le sang est devenu aussitôt d'une couleur vive.

Le poumon est à la fois l'instrument de l'oxigénation et le soufflet de la vie ; c'est une sorte d'éponge aérienne d'une pesanteur spécifique inférieure à celle de l'eau; il est divisé en quatre lobes, et tient à la colonne vertébrale par les muscles intercostaux; l'air entre par le larynx, toujours béant hors le temps de la déglutition; l'élément ambiant agit sur le sang au travers des parois des vaisseaux, embrasse les surfaces multipliées à l'infini; il enlève au sang noir le carbone dont il est chargé. Cette opération est marquée par la formation de l'acide carbonique et par celle de l'hydrogène, formant la transpiration pulmonaire. On sait que le poumon se dilate par l'abaissement du diaphragme, cloison

charnue tendineuse placée entre la poitrine et l'abdomen; l'inspiration est déterminée par un mouvement actif, par un effort des organes contractiles qui s'affaissent et se relâchent promptement; ce qui explique comment l'expiration est plus courte que l'inspiration: on conçoit que ce mouvement inspiratoire doit être extrêmement libre; car à mesure que le viscère s'écarte les vaisseaux qu'il renferme s'étendent; le sang les traverse avec plus de facilité : cet acte s'exerce sous l'influence des nerfs et celle du cerveau. (*Voyez la Note* 1re.)

Comme l'acte de la respiration est une décomposition perpétuelle à l'air libre, elle peut s'opérer à vaisseaux fermés en remplissant les conditions suivantes :

1°. Restituer à l'azote la quantité d'air vital absorbé;

2°. Précipiter l'acide carbonique;

3°. Prévenir les effets de la condensation et de la raréfaction;

4°. Fixer les limites dans lesquelles la transpiration cutanée peut avoir lieu;

5°. Calculer la dépense de l'air, et l'emploi des forces.

On voit que la solution du problème est

liée aux résultats des propositions ci-dessus énoncées.

1°. L'acide carbonique, qui communique à l'air des altérations qui le rendent nuisible et mortel, peut être précipité de diverses manières; le moyen le plus convenable est la potasse caustique réduite en poudre légèrement imbibée; et comme en général l'acte d'absorption a lieu en raison des surfaces, on augmentera nécessairement sa rapidité en établissant des couches horizontales et parallèles; en multipliant les points de contact, on réduira le temps de l'absorption.

2°. La restitution de l'oxigène à l'azote est rendue sensible par la description de l'appareil où elle s'opère.

Expérience.

Supposons l'oxigène contenu dans un réservoir souple, flexible, imperméable, et contenant 34 décimètres $\frac{1}{4}$ c., quantité suffisante pour une heure. Le réservoir communique à l'enveloppe dans laquelle est renfermé l'homme soumis à l'expérience ; à la première inspiration il y a absorption d'air vital; il survient dans l'intérieur de l'ap-

pareil un vide partiel, subitement remplacé par la pression de l'air atmosphérique; ce remplacement, cette introduction d'air vital sont l'ouvrage de la nature, qui seule semble faire tous les frais de cette expérience simple et intéressante. La quantité d'air vital qui entre dans l'appareil est toujours égale à celle absorbée par le poumon; l'*oxigénomètre* ne fournit jamais au-delà du besoin: la restitution de l'air vital à l'azote s'opère donc nécessairement dans un appareil fermé.

Expérience.

Placez au-dessus de la cloche de la machine pneumatique une vessie pleine d'air; interceptez sa communication avec la cloche par un robinet; donnez quelques coups de piston pour opérer un vide partiel sous la cloche; ouvrez le robinet; il entrera dans l'appareil une quantité d'air égale à celle ôtée. Ces deux expériences ont une grande analogie; l'acte d'inspiration, opérant le vide, fait aussi rentrer dans l'appareil la quantité d'air égale à celle absorbée.

3°. Il est impossible de supposer dans l'appareil respiratoire un état de densité de l'air

tel, qu'il réagisse sur le poumon d'une manière sensible. Nous avons vu que les quantités introduites sont toujours proportionnelles à l'effet de l'aspiration ; ce qui est fondé sur les lois naturelles, qui commandent elles-mêmes dans cette opération importante la régularité, l'uniformité, la précision, portées au point qu'on peut se rendre compte de la plus petite bulle de l'état gazeux que contient l'oxigénomètre.

L'examen de l'état de dilatation présente plus de difficultés.

La raréfaction a lieu toutes les fois que l'homme se trouve dans une température plus chaude : il est évident qu'il ne décompose plus une aussi grande quantité d'air vital ; moins de calorique se dégage dans le poumon ; l'abondance de la transpiration enlève tout l'excédent. De semblables effets ne peuvent se reproduire dans l'appareil ; le corps est plus chaud que le milieu dans lequel il est placé ; l'air circule de bas en haut dès qu'il touche le corps chaud ; il prend un accroissement de volume, et s'élève d'autant plus promptement qu'il est beaucoup plus léger ; mais il est remplacé par l'air froid, qui arrive par les couches inférieures.

On sait que quand plusieurs corps portés à différens degrés de chaleur sont mis en contact, il s'établit plus ou moins rapidement une température uniforme et commune à tout le système; la chaleur sortie des poumons, combinée successivement avec l'air renfermé dans l'appareil, se distribue entre les substances homogènes en raison de leur quantité, et forme une température moyenne supportable. Comme le séjour dans l'appareil est de courte durée, l'homme qui fait l'expérience ne peut être exposé aux inconvéniens de la raréfaction.

4°. Si l'on veut fixer dans quelles limites la transpiration cutanée doit avoir lieu, il est nécessaire d'envisager ce phénomène dans deux états; à l'air libre, et sous des enveloppes adhérentes à la peau.

La transpiration se manifeste par un suintement d'eau qui traverse les pores de la peau, se dissout et se vaporise dans l'air environnant; elle est imperceptible toutes les fois que l'air extérieur, combiné avec le calorique, peut suffire à cette dissolution; quand l'air ne peut plus vaporiser la quantité d'eau qui s'échappe, ce fluide devient plus abondant.

Outre cette émanation d'eau on remarque

une humeur visqueuse qui tend à la solidification; mais la nature s'y oppose en établissant à la surface de la peau une sorte de combustion et de formation d'acide carbonique.

Si l'air qui environne le corps est circonscrit dans le plus petit espace, il n'y a plus renouvellement ni agitation; il est bientôt imprégné de l'eau même fournie par la transpiration; l'air intercepté ne peut plus exercer sa faculté dissolvante; la transpiration devient de plus en plus abondante; la surface du corps est couverte d'eau; le défaut d'évaporation joint à la désoxidation de l'air occasionne une gêne insupportable. Cette facilité d'intercepter la transpiration par des appareils appliqués sur le corps fournit à M. de Lavoisier les moyens de déterminer la perte en poids que l'homme éprouve en vingt-quatre heures.

D'après ces données diverses on peut fixer l'espace nécessaire à l'acte de la transpiration; elle aura toujours lieu dans des limites assez rapprochées, pourvu qu'on y entretienne un air non dilaté, mais suffisamment pourvu de calorique et de vertu dissolvante : comme il faut que l'espace soit

combiné avec la facilité des manœuvres, une sphère environnante de 102 décimètres cubes est suffisante pour aider à la circulation de l'air, et ne point gêner la respiration par les pores.

5°. Déterminer la quantité d'air respiré dans un temps donné, etc.

En observant avec attention l'organe de la respiration on parvient à y découvrir une foule de rapports intéressans.

Le poumon peut être considéré comme l'indicateur le plus sûr, le plus propre à nous rendre sensibles tous les effets de cette économie admirable à laquelle l'homme obéit : ce viscère aérien s'agrandit dans la joie, se dilate dans l'espérance; il nous arrache ces expressions naïves : *je respire;* au milieu des vives agitations de l'âme il se resserre, et produit l'haletation. Cet organe se comprime davantage dans le chagrin profond ; ses muscles s'irritent; son jeu devient convulsif, intermittent dans l'épanchement de la vive douleur.

On peut encore envisager cet organe de la respiration comme un véritable dynamomètre, dont on peut se servir pour apprécier la somme des forces, les résultats de tous les travaux de la société.

Pour former ce tableau comparatif il est nécessaire de rapporter le précis des expériences faites pour mesurer la quantité d'air respiré, et l'emploi des forces humaines dans un temps donné.

Expériences.

1°. Alphonse Borelli paraît s'être occupé de la solution d'un problème curieux ; il se proposa de mesurer le mouvement de l'air qui sort du poumon. La formule est rapportée dans les *Dissertations mathématiques* de Jacques Jurin, imprimées en 1728; il fixe à 18 ou 20 pouces cubes la quantité d'air nécessaire à chaque inspiration.

2°. Le médecin de Londres répéta ces expériences; il obtint pour résultat 35 pouces dans les inspirations ordinaires, et 125 dans les plus fortes.

Depuis 1774 ces expériences ont acquis un nouveau degré d'intérêt; les quantités d'air respirable ont été mieux appréciées; l'analise a rendu compte de tous les produits de la respiration.

M. Séguin présenta en 1784 un résultat d'expériences très-curieuses : il trouva qu'un

homme consomme 1210 pouces cubes d'air par heure, quantité qui augmente par le froid; que le même homme, également à jeun et en repos, dans une température de douze degrés seulement, consomme par heure 1344 pouces : pendant la digestion cette consommation s'élève à 18 ou 1900 pouces.

Le mouvement et l'exercice augmentent considérablement toutes ces proportions. M. Séguin étant à jeun, et ayant élevé pendant un quart d'heure un poids de 15 livres à une hauteur de 615 pieds, sa consommation d'air a été de 3,200 pouces par heure; enfin le même exercice fait pendant la digestion a été de 800 pouces, c'est à dire de 3,200 pouces par heure.

Dans toutes ces expériences la température du sang demeure assez constamment la même; mais le nombre des pulsations et celui des inspirations varient d'une manière remarquable.

A cet égard, dit M. Séguin, nous sommes parvenus à constater deux lois de la plus haute importance; c'est que le nombre des pulsations est en raison directe de la somme des poids élevés à une hauteur déterminée. (*Voyez la Note 2.*)

Il est facile de concevoir que la consommation absolue d'air peut varier considérablement dans différens individus, suivant l'âge, l'état de vigueur et de santé, suivant qu'ils ont plus ou moins contracté l'habitude des travaux pénibles; mais il existe à l'égard des mêmes personnes des lois invariables toutes les fois que les expériences sont répétées dans les mêmes circonstances et dans des intervalles peu éloignés.

Je terminerai cet article en donnant la description de l'appareil portatif de M. Guyton pour obtenir l'oxigène, et la manière de respirer à vaisseaux fermés.

Laboratoire portatif de M. Guyton.

Ce laboratoire économique intéresse tous ceux qui se livrent à des expériences par la facilité du transport, et par les succès qu'on est sûr d'en obtenir.

SÉRIE 4e.

La *figure* 1re représente tout l'appareil monté pour une distillation avec tube de sûreté et récipient pneumatique.

A. Est le cours de lampe ordinaire à courant d'air intérieur, garnie de son garde-vue et de sa cheminée de verre; on voit que le

corps de lampe s'élève et s'abaisse à volonté par le moyen de la vis de pression *B*; que la mèche monte et descend par le mouvement de la petite roue dentée *C*, placée au-dessus du godet de décharge. Cette construction est la plus avantageuse, parce qu'elle donne la facilité d'approcher ou d'éloigner la flamme des vaisseaux qui restent fixes, et qu'on éprouve de la gêne par les crémaillères, qui, s'élevant au-dessus de la flamme, ne permettent plus d'en approcher assez les vaisseaux.

D. Support formé d'une tige ronde de laiton brisée, à vis, vue sur deux tiers de sa hauteur, sur laquelle glissent et s'arrêtent par des vis de pression l'anneau circulaire *E*, le bras *F*, et le bouton de repos *G*. Le bras porte lui-même une pièce mobile à crochet *H*, qui sert à suspendre au point convenable les vaisseaux, ou à assurer leur position.

K. Guéridon pour les récipiens; sa tablette mobile *L* se fixe à toutes les hauteurs par le moyen de la vis en bois *M*. La coulisse qui fait le pied de ce guéridon est fixée sur le plateau *N*; mais on a la faculté d'en approcher ou d'en éloigner le fourneau à lampe en faisant glisser son pied dans les rainures *OO*.

P. Autre guéridon pour la cuvette pneumatique représentée en *CC*, et surmontée par l'oxigénomètre *D*.

R. Tube de sûreté à siphon renversé, mais inutile pour obtenir le gaz oxigène.

On sait combien il est facile d'observer et d'analiser les phénomènes de la combustion et de la respiration dans des vaisseaux fermés : on entretient à volonté sous la cloche la flamme des bougies en introduisant l'air vital; la flamme devient vive et pétillante; faute d'aliment elle pâlit, diminue et s'éteint. On place également sous la cloche des petits animaux; on prolonge, on abrège à leur égard la durée de la vie. L'alcali est introduit au moyen d'un entonnoir adapté à un tube recourbé; une autre capsule est également remplie d'alcali, et flotte sur l'eau; avec ces précautions l'acide carbonique est aussitôt absorbé que formé. L'excès d'oxigène produit un état de bien-être chez ces animaux : si l'on supprime cet air vital on les voit tomber peu à peu dans l'état d'assoupissement. L'absorption d'oxigène est marquée par l'ascension de l'eau dans la cloche, qui offre alors un eudiomètre.

M. Séguin a fait un grand nombre d'essais

consignés dans des mémoires sur la respiration, qui ont été communiqués à l'Académie Française en 1784. Ce chimiste se plaçait dans une enveloppe en soie gommée appliquée sur la peau; il respirait au-dehors; il avait en vue d'évaluer les pertes que l'homme éprouve par la transpiration cutanée, et de rendre plus complètes les observations de Sanctorius. (*Voyez la Note* 3.)

L'homme peut être facilement soumis à cette expérience sans aucun danger. Mes premières tentatives ont été pénibles, sans résultat; ce n'est qu'avec le temps que j'ai perfectionné l'appareil respiratoire. En voici la description:

SÉRIE 4e. Fig. 2.

Appareil respiratoire.

AA. Tonneau calfaté et vernissé, contenant 400 décimètres cubes. Il est suspendu par des cordes et des crochets fixés à l'extrémité supérieure et à sa base.

B. Cuvier d'un mètre deux décimètres de diamètre, ayant pour hauteur cinq décimètres, rempli d'eau à moitié.

D. Réservoir, ou oxigénomètre en soie rendue imperméable par la gomme : il est

terminé par un tuyau d'un décimètre de longueur et de deux centimètres de diamètre; on a ménagé un nombre infini de petites ouvertures, afin que l'oxigène, arrivant par des issues multipliées, se dissémine plutôt dans l'intérieur, et se combine plus facilement avec l'azote. Cet appareil est exactement vissé ou lutté.

E. Autre réservoir de dix décimètr escarrés, contenant l'eau de chaux qui doit absorber l'acide carbonique.

FF. Deux robinets dont les clefs sont dans l'intérieur, d'où on peut les ouvrir ou les fermer avant ou après l'opération; ils servent ou à renouveler l'air, ou à intercepter toute communication au-dehors pendant la durée des expériences.

G. Petites ouvertures fermées hermétiquement par des verres lenticulaires; elles servent à transmettre la lumière dans l'appareil, à y observer les effets du thermomètre et de l'hygromètre placés dans l'appareil, et à examiner tous les phénomènes qui y ont lieu, et la durée de la dépense de l'air vital.

H. Petit siége en bois élevé au-dessus du cuvier. L'homme qui fait l'expérience y est assis; ce petit banc peut être élevé à

volonté, de manière que les pieds ne soient point mouillés.

OO. Sont deux poids de 25 kilogrammes, qu'on soulève, et qu'on abandonne selon le besoin, quand on veut accélérer ou retarder les pulsations du pouls et les dépenses de l'oxigène.

Remarques.

Quand tout est disposé l'homme se place sur le banc; à l'aide de la corde et de la poulie on descend le tonneau, au bas duquel sont deux poids de 25 kilogrammes; on ferme les robinets exactement; on s'interdit toute communication avec l'air extérieur.

A chaque inspiration un vide partiel s'opère; le poids de l'air agit, et fait fléchir les parois du réservoir d'oxigène; une quantité exacte et proportionnelle à celle absorbée par la respiration entre dans l'intérieur de l'appareil; l'acide carbonique est précipité à l'instant. Comme mon but était de calculer la dépense d'air dans deux états opposés, celui du repos et de l'emploi des forces, j'ai remarqué que dans l'inaction la dépense d'air est constamment de 32 déci-

mètres cubes : en soulevant le poids de 50 kilogrammes, dans une position gênante la dépense d'air vital pourrait s'élever au quadruple pendant une heure.

Comme les résultats varient sans cesse, suivant l'âge et une foule de circonstances, il est toujours avantageux dans les applications d'avoir des provisions surabondantes.

OBSERVATIONS.

Si l'on veut prolonger la durée de la respiration dans les plus petits espaces, on est forcé de comprimer l'oxigène dans des réservoirs ; dans quelques occasions on emploie l'air atmosphérique : il devient nécessaire de retracer la théorie de la compression de ce fluide élastique, de déterminer les écoulemens de l'air par les petits orifices, et la dépense des tuyaux additionnels.

1°. L'élasticité est une tendance des corps à occuper un espace plus ou moins grand, et à retourner à leur première forme. Cette propriété convient éminemment à l'air fluide, léger, invisible, et susceptible d'être réduit, quant à l'usage, à n'occuper que le dixième de son volume. Il reprend son premier état

avec une force égale à celle qui avait opéré le rapprochement de ses molécules.

Pour apprécier cette puissance il faut s'arrêter à l'expérience suivante :

Il est évident que l'air comprimé par une colonne d'eau de 32 pieds se trouve réduit à la moitié de son volume. L'air étant 840 fois moins dense que l'eau, il résulte que la force comprimante est alors représentée par une colonne d'air de 840 × 32.

2°. L'unité ou le terme d'appréciation de la force comprimante étant connu, on peut établir la vitesse des écoulemens du fluide. La connaissance de ce temps dépend d'une proposition simple sur l'accélération des graves : or, un corps qui tombe de 15 pieds de hauteur acquiert une vitesse capable de lui faire parcourir 30 pieds en une seconde. La vitesse suit donc le rapport des chutes.

La vitesse de l'écoulement du fluide par les petits orifices est déterminée par la formule. (*Voyez la Note 4.*)

3°. *De la dépense des tuyaux de conduite.*

Expériences.

On a placé à l'extrémité du tuyau un régulateur, avec lequel il est facile de saisir

la marche de l'air, de déterminer ses amplitudes ; ce régulateur est une démonstration sensible et permanente. A l'extrémité du tuyau sont disposés deux robinets à orifices différens, et formant deux branches qui viennent se réunir à un tuyau commun ; la dépense peut varier à volonté suivant le choix des robinets : l'air en s'échappant est reçu dans un ballon d'étoffe imperméable ; l'état de distension de ce ballon, son poids avant et après l'opération, le battement du pendule pendant la durée de l'immersion du fluide conduisent à des calculs assez exacts.

Dans la pratique l'estimation de la dépense deviendra aussi facile, aussi palpable ; ces enveloppes, destinées à être employées plus fréquemment à l'air libre, étant larges, souples, à plis négligés, s'enflent par la présence de l'air, suivant des degrés que le tact peut apprécier.

Comme l'air renfermé dans le réservoir de provision communique à celui de la dépense par un long conduit, il est clair que l'écoulement doit d'autant plus diminuer que le tuyau s'alonge davantage ; il faut considérer que les filets latéraux sont les seuls directe-

ment exposés au frottement, qui diminue nécessairement de la circonférence au centre, tellement que l'excès d'une dépense sur la dépense consécutive va toujours en décroissant.

On parvient à déterminer cette dépense de deux manières; 1°. par la propriété des nombres; 2°. par la propriété des courbes. Connaissant la dépense à l'origine, celle à l'extrémité, une troisième intermédiaire, on trouvera alors aisément le quatrième terme d'une proportion.

On peut aussi envisager le tuyau de dépense comme une portion de cercle, et y élever des abscisses, etc. (*Voyez la Note 5.*)

SECTION II.

Applications diverses. — Perfectionnement de la Cloche du Plongeur. — Usage du Bateau plongeur pour la Marine, le Commerce, etc.

Après avoir énoncé les moyens de concentrer l'acte de la respiration, il s'agit de déterminer les cas d'applications.

Il est difficile d'employer les enveloppes flexibles pour pénétrer sous l'eau; à quatre mètres au-dessous du niveau on est exposé à succomber sous le poids de la colonne; en voulant gagner en profondeur on perd en souplesse, en facilité de mouvement; il faut ajouter à l'épaisseur des enveloppes. Le plongeur, lesté par des poids proportionnels au volume d'eau déplacé, peut s'enfoncer dans la vase, s'embarrasser dans les plantes de la mer; muni d'une sonde, il est forcé de chercher un fond sablonneux, ferme; toujours occupé de sa conservation, il lui est difficile d'exécuter de longs travaux.

D'après l'avis des ingénieurs de la marine, conforme à celui de M. Halley, les machines à plonger, supposées à l'abri de l'infiltration,

seraient bien plus utiles si l'on pouvait parcourir à volonté la ligne verticale, exécuter diverses progressions, suivre dans la manœuvre les inflexions, les courbures, les formes elliptiques du bâtiment, constater, réparer les voies d'eau : or, ces moyens d'exécution sont peut-être au-dessus des forces humaines. Le plongeur se trouve ou au fond ou à la surface ; il lui est impossible de rester en équilibre au milieu de l'eau : ainsi, d'après les calculs, les expériences, les appareils sous l'eau sont des entreprises dont le succès est difficile à certaines profondeurs.

J'estime néanmoins que l'exécution de ces appareils mérite les plus grands encouragemens : une bonne machine à plonger demande des connaissances variées, de grandes intentions mécaniques, de l'habileté dans l'exécution ; l'expérience sous l'eau exige en outre un courage, un sang froid imperturbables.

Perfectionnement de la Cloche du Plongeur.

La cloche du plongeur est un moyen d'éviter le poids de l'eau, et de pouvoir respirer

et manœuvrer à des profondeurs plus considérables; j'ai donc dirigé mes efforts vers le perfectionnement de cet appareil.

Pour jeter un plus grand jour sur cette dissertation j'exposerai les effets de la compression de l'air sous l'eau; j'examinerai les avantages, les inconvéniens de cet appareil; je proposerai des améliorations devenues nécessaires d'après l'état actuel de la science.

Expérience.

Soit un vase de forme cylindrique, contenant 34 décimètres cubes, et fermé de toutes parts : il est évident que pour opérer sa submersion il faudrait d'abord le charger d'un poids égal à sa capacité pour le tenir en équilibre, ajouter à ce poids une quantité pondérale proportionnée au volume d'eau déplacé.

Supposons la partie inférieure de ce vase ôtée, l'air se comprimera à mesure qu'il descendra; cette chute aura lieu sans addition de poids; dès que le cylindre sera parvenu à une profondeur de 32 pieds, le volume d'air sera diminué de moitié. La

force de la pression sera toujours égale à la hauteur de la colonne; le corps descendra constamment sans que l'on soit obligé d'augmenter la charge. La submersion de la cloche présente donc deux actions bien distinctes : la première est celle du corps, qui est déterminée à plonger en vertu de sa pesanteur spécifique; la seconde est celle du fluide, qui s'exerce isolément, et tend perpétuellement à diminuer le volume d'air contenu dans le vase, sans exercer aucune influence sur l'effet pondéral appliqué au corps plongé.

Expériences.

En 1771 les membres de la Société Royale de Londres, voulant connaître quel degré de compression l'air éprouvait à différentes profondeurs sous l'eau de la mer, eurent recours à deux expériences, dont les résultats furent les mêmes:

Dans la première ils employèrent une bouteille fermée par une soupape, qui s'ouvrait de dehors en dedans, en sorte qu'à mesure qu'on descendait cette bouteille dans une situation renversée l'air était forcé de céder une partie de la place qu'occupait l'eau:

celle-ci avait la liberté d'entrer sans que la résistance de l'une fût égale à la pression de l'autre; lorsqu'on retirait la bouteille la soupape empêchait que l'eau qui y était entrée ne s'échappât, et que l'air ne reprît son élasticité.

Dans la seconde expérience on fit usage d'un cylindre de verre de deux pieds de long, dont un bout était fermé; l'autre bout se terminait par un tuyau très-délié et recourbé.

Ces expériences réitérées ont donné lieu à des calculs exposés dans la table ci-après. Indépendamment de l'objet de curiosité elle peut être utile au plongeur, et faire connaître jusqu'à quel point il supportera la pression de l'air, et comment on lui fournit l'air respirable.

On suppose un cylindre de 60 pouces, fermé par un bout, ayant son ouverture en bas.

La première colonne de cette table indique les différentes profondeurs en pieds; la seconde en brasses; la troisième marque en parties proportionnelles la compression de l'air aux différentes profondeurs qu'indiquent les deux premières colonnes.

Enfin, la quatrième exprime en pouces ces mêmes proportions, et marque les degrés de compression qu'éprouve l'air renfermé dans le cylindre à mesure qu'il est plongé dans l'eau perpendiculairement.

TABLE

POUR servir à déterminer les degrés de la compression de l'air sous l'eau.

PIEDS.	BRASSES.	DEGRÉS DE COMPRESSION.	ÉVALUATION EN POUCES.
1	0		58
2	0		56
3	½		55
4	0		53
5	0		52
6	1		50
7	0		49
8	0		48
9	1 ½		47
10	0		46
11	0		45
12	2		44
13	0		43
14	0		42
15	2 ½		41
16	0		40
16 ½	0		40
17	0		39
18	3		38
19	0		38
20	0		37
21	3 ½		36
22	0		36
23	0		35
24	4		34
25	0		34
26	0		33

PIEDS.	BRASSES.	DEGRÉS DE COMPRESSION.	ÉVALUATION EN POUCES.
27	4 ½	$\frac{1}{60}$	33
28	0	$\frac{1}{61}$	32 $\frac{28}{61}$
29	0	$\frac{1}{62}$	31 $\frac{26}{31}$
30	5	$\frac{1}{63}$	31 $\frac{3}{7}$
31	0	$\frac{1}{64}$	30 $\frac{15}{16}$
32	0	$\frac{1}{65}$	30 $\frac{30}{65}$
33	5	$\frac{1}{66}$	30
66	11	$\frac{1}{33}$	20
99	16 ½	$\frac{1}{44}$	15
132	22	$\frac{1}{55}$	12
165	27 ½	$\frac{1}{66}$	10
198	33	$\frac{1}{77}$	8 $\frac{4}{7}$
231	38 ½	$\frac{1}{88}$	7 $\frac{1}{2}$
264	44	$\frac{1}{99}$	6 $\frac{4}{6}$
297	49 ½	$\frac{1}{110}$	6
330	55	$\frac{1}{121}$	5 $\frac{8}{11}$
363	60 ½	$\frac{1}{132}$	5
396	66	$\frac{1}{143}$	4 $\frac{8}{13}$
429	71 ½	$\frac{1}{154}$	4 $\frac{2}{7}$
462	77	$\frac{1}{165}$	4
495	82 ½	$\frac{1}{176}$	3 $\frac{3}{4}$
528	88	$\frac{1}{187}$	3 $\frac{9}{17}$
561	93 ½	$\frac{1}{198}$	3 $\frac{1}{3}$
594	99	$\frac{1}{209}$	3 $\frac{3}{19}$
627	104 ½	$\frac{1}{220}$	3
660	110	$\frac{1}{231}$	2 $\frac{6}{7}$
693	115 ½	$\frac{1}{242}$	2 $\frac{8}{11}$
726	121	$\frac{1}{253}$	2 $\frac{14}{23}$
759	126 ½	$\frac{1}{264}$	2 $\frac{1}{2}$
792	132	$\frac{1}{275}$	2 $\frac{2}{3}$
825	137 ½	$\frac{1}{286}$	2 $\frac{4}{13}$
858	143	$\frac{1}{297}$	2 $\frac{2}{9}$
891	148 ½	$\frac{1}{308}$	2 $\frac{1}{7}$
924	154	$\frac{1}{319}$	2 $\frac{2}{19}$
957	159 ½	$\frac{1}{330}$	2
990	165	$\frac{1}{341}$	1 $\frac{29}{31}$
1028	170 ½	$\frac{1}{352}$	1 $\frac{9}{61}$

PIEDS.	BRASSES.	DEGRÉS DE COMPRESSION.	ÉVALUATION EN POUCES.
1056...	....176	.... 1/33	.... 1 9/11 13/17
1086...	....181 1/2....	.... 1/34	.... 1 1/7
1122...	....187	.... 1/35	.... 1 2/3 23/31 11/19
1135...	....192 1/2....	.... 1/36	.... 1 7/13 1/2 19/41
1188...	....198	.... 1/37	.... 1 3/7 7/43 4/11
1221...	....203 1/2....	.... 1/38	.... 1 1/3 7/10 13/47
1254...	....209	.... 1/39	.... 1 1/4 14/49
1287...	....211 1/2....	.... 1/40	.... 1 1/9 9/11
1320...	....220	.... 1/41	.... 1 2/13 7/12
1383...	....225 1/2....	.... 1/42	.... 1 1/9 1/11 1/14 1/19 1/29 1/9
1386...	....231	.... 1/43	 1
1419...	....236 1/2....	.... 1/44	
1452...	....242	.... 1/45	
1485...	....247 1/2....	.... 1/46	
1518...	....253	.... 1/47	
1551...	....258	.... 1/48	
1584...	....264	.... 1/49	
1617...	....269 1/2....	.... 1/50	
1650...	....275	.... 1/51	
1683...	....280 1/2....	.... 1/52	
1716...	....286	.... 1/53	
1749...	....291 1/2....	.... 1/54	
1782...	....297	.... 1/55	
1815...	....302 1/2....	.... 1/56	
1848...	....308	.... 1/57	
1881...	....313 1/2....	.... 1/58	
1914...	....319	.... 1/59	
1947...	....324 1/2....	.... 1/60	

Inconvéniens.

J'emprunterai le langage, je citerai les expériences de M. Halley, témoignage irrécusable d'un savant qui descendit, respira, manœuvra au fond de la mer.

1°. L'air, doué d'une grande force de ressort, parcourt rapidement ces obliquités, ces sinuosités du conduit auditif, attaque la membrane fine et transparente qui renferme la pulpe, comprime cette cloison qui sépare l'oreille en deux parties; cet air qui sort des poumons, après avoir reçu les modifications ou le degré de chaleur que demandent les parties internes qu'il doit frapper, entre par le canal intérieur appelé *la trompe d'Eustache*, et contrebalance les effets de l'air extérieur: comme la pression qui s'exerce au-dehors est plus forte, il en résulte une douleur vive, insupportable, qui ne cesse qu'au moment où l'air sort de la cloche.

2°. MM. Halley et Spalding emploient deux barillets qu'ils font monter et descendre à un signal donné: cette manœuvre a pour objet de fournir l'air nécessaire à la respi-

ration des travailleurs, et d'empêcher l'eau de monter dans la cloche.

On conçoit qu'il est impossible d'établir constamment dans cet appareil le mélange, la combinaison des deux gaz élémentaires dans des proportions exactes; le renouvellement d'air n'est jamais que partiel; la masse tend néanmoins perpétuellement à se désoxider; l'azote et l'acide carbonique augmentent à chaque instant dans des proportions effrayantes; l'air, appauvri, ne communique plus au sang les principes de la vie d'une manière uniforme; le sang se rembrunit peu à peu, prend cette couleur livide, signe certain de l'asphyxie.

Les ouvriers placés sous la cloche sont donc dans un état de péril dont le terme serait la mort si on ne mêlait à cette atmosphère impure de faibles portions du fluide nourricier.

En 1785 M. Spalding, occupé de sauver des effets naufragés sur les côtes d'Irlande, fut frappé d'asphyxie; l'appareil perfectionné par lui devint son tombeau. Il avait sans doute ajouté à la cloche des moyens d'exécution très-ingénieux; mais il négligea

d'employer ces procédés propres à entretenir la présence de l'air vital.

M. de la Blancherie fait remarquer qu'on a soupçonné que, M. Spalding étant dans le cas de déceler la mauvaise foi relativement à de prétendus naufrages, ses ennemis, jaloux, le firent périr. Il est constant que les succès précédens devaient faire regarder cette invention comme la plus belle et la plus heureuse en ce genre. J'observerai que la mort de M. Spalding doit être attribuée à un trop long séjour dans un air méphytisé: il pouvait remonter à volonté, sans même communiquer les signaux; néanmoins cet appareil, digne de l'observation des physiologistes, était encore bien éloigné de la perfection.

3°. La plupart des physiciens ont trouvé un troisième inconvénient; ils croient que le ressort de l'air, agissant dans tous les sens et à toute profondeur, comprime les vaisseaux sanguins, les artères, et occasionne des hémorragies.

On peut opposer à cette assertion des faits constans et des expériences directes; écoutons encore M. Halley:

« J'ai été moi-même l'une des cinq person-
« nes qui ont plongé jusqu'à la profondeur

« de 18 mètres sans en être incommodé ;
« nous sommes restés pendant une heure
« et demie ; j'aurais pu même y rester plus
« long-temps, car rien ne s'y opposait. »

Ce témoignage de M. Halley pourrait être appuyé de celui de tous les plongeurs. La pression de l'air sous l'eau à une profondeur de 18 mètres n'occasionne point de crachement de sang ; si on plongeait plus avant sans doute on trouverait le terme où l'air condensé serait irrespirable : il est constant que les accidens n'ont pas lieu à une profondeur de 18 mètres ; l'hémorragie se manifeste quand le plongeur suspend trop long-temps l'acte de la respiration, et se trouve exposé au poids de la colonne du fluide.

Pour dissiper ces préjugés il convient donc de déterminer les effets de la pression de l'air sous l'eau, et ceux de l'eau considérée isolément.

On sait que tout corps flexible placé sous l'eau est nécessairement comprimé par un poids égal à la hauteur de la colonne de ce fluide. La puissance élastique engendrée par la presssion de l'eau est rigoureusement égale à la cause qui la produit.

Ces deux forces, composées d'élémens di-

vers, ont des résultats différens, qu'il est facile d'établir.

Expérience.

Si le plongeur se tient à 2 mètres du niveau de l'eau, il commence à éprouver une sensation légèrement pénible; la douleur s'accroît avec les degrés de profondeur : le mal devient insupportable s'il descend plus avant; il se manifeste aux oreilles, à la tête, aux lombes et dans toutes les parties du corps les plus flexibles.

Les plongeurs espagnols employés récemment dans plusieurs rades de France à retirer les canons étaient pour la plupart attaqués d'hémorragies; ce qui s'explique facilement d'après les physiologistes. Dans la suspension de l'acte de la respiration la contraction musculaire comprime au-dedans les veines et les artères : ces vaisseaux, qui rampent à la surface, sont aussi pressés par le poids de l'eau; dans cet état violent le sang est poussé vers les extrémités.

En observant ces rapports d'identité avec la pression de l'eau et la puissance élastique

de l'air, il semble que le plongeur, placé sous la cloche à une profondeur de 18 mètres, doit être dans un état d'affaissement universel; néanmoins nous sommes instruit par des témoignages certains que l'homme reste sous la cloche un temps considérable, qu'il y respire et manœuvre avec facilité à cette grande profondeur. Quelle est donc la cause de ces effets du poids de l'eau et de ceux de la force élastique de l'air?

Avant d'expliquer ces différences il est nécessaire d'exposer en peu de mots le mécanisme de la respiration de l'homme; les effets généraux de l'air comprimé:

1°. D'après les leçons de M. Cuvier le diaphragme est l'agent qui contribue le plus à dilater la poitrine; il agit presque seul dans les petites inspirations; il n'est aidé que faiblement par les releveurs des côtes, ainsi nommés parce que dans l'homme ils relèvent en effet ces arcs osseux et les portent en dehors; ils sont soutenus dans cette action par les intercostaux externes et internes, par les scalènes, les releveurs des côtes, les petits dentelés.

Dans les fortes inspirations ces muscles

agissent avec plus d'énergie; ils sont aidés alors par d'autres muscles, les grands dentelés, les grands et les petits pectoraux.

Le mécanisme de l'expiration est attribué principalement aux muscles du bas-ventre; leur action alterne avec celle du diaphragme : ce dernier pendant l'inspiration refoule les viscères abdominaux; ces muscles de l'abdomen compriment à leur tour ces viscères; ce mouvement de répulsion est communiqué au diaphragme, à la poitrine, dont la cavité est diminuée; c'est ainsi que s'opère l'expiration ou ce mécanisme qui chasse l'air hors des poumons.

Dans le mécanisme de la respiration l'élasticité des côtes est mise en jeu par les muscles releveurs; elles s'abaissent, referment leurs arcs, reprennent leur position naturelle; cet abaissement des côtes est encore déterminé par les muscles droits du bas-ventre et par les obliques descendans.

2°. Le calorique tient un rang éminent dans la chaîne des êtres; principe de la fluidité et de l'élasticité, il s'interpose dans les molécules aériennes, s'y combine, occupe tous les espaces; par suite de cette dissémination, de cette immersion universelles,

tous les corps invisibles et infiniment petits se repoussent sans cesse. Cette force répulsive peut être rendue sensible par l'usage d'un ressort tendu et existant entre chaque molécule: en supposant ces ressorts multipliés et dans un état de tension uniforme, on a l'idée de l'atmosphère et d'une température. Comme le calorique est prédominant, l'action d'affinité des molécules est faible : dans cet état l'eau, fluide incompressible, détermine par son poids la densité des molécules de l'air, la concentration du calorique, le rapprochement réciproque et uniforme de ces petits ressorts, qui tendent sans cesse à retourner à leur premier état.

On voit donc que le plongeur est forcé de résister à cette force interne, qui tend perpétuellement à abaisser les côtes ; en second lieu, il est placé dans un milieu qui comprime tout le système.

Comment le plongeur se met-il en équilibre avec ces puissances combinées ? comment parvient-il à les surmonter ? La solution raisonnée se trouve dans les caractères et les propriétés des phénomènes de la force vitale.

Il est nécessaire de considérer dans l'homme

ce qui forme l'essence de la vie; c'est à dire cette force qui soumet, modifie les lois de la nature, et les réduisent à ce qu'elles doivent être pour constituer la vie; elle est la loi primordiale de l'action, de la conservation et de l'harmonie des êtres organisés.

L'analise ne permet pas de résoudre en ses élémens la nature de cette force vitale attribuée à un esprit subtil, invisible; mais il suffit que son existence soit prouvée par ses propriétés, ses rapports constans.

Les élémens de cette force vitale sont, 1°. la faculté de mouvement, et la tendance perpétuelle à la contraction; 2°. cette faculté d'éprouver des sensations plus ou moins profondes; 3°. celle de dégager une plus grande quantité de calorique, et de résister ainsi aux variations de l'atmosphère.

Observons maintenant les effets de cette force vitale sur le plongeur : l'air plus dense, renfermé dans la cloche, applique aux poumons une quantité plus grande de gaz oxigène; il s'y produit immédiatement une somme de chaleur plus considérable : cet air, doué de la force de ressort, se précipite dans les poumons; l'organe respiratoire, dont les parois touchent de toutes

parts à la plèvre, acquiert une capacité plus grande; le fluide ouvre les angles que les vaisseaux y forment, et rend le passage du sang à travers leur substance plus libre et plus facile; il accélère la rapidité de la circulation, multiplie dans les fibres des muscles ces frottemens intimes, causes puissantes de chaleur. Les releveurs, les intercostaux se contractent vivement; les côtes s'élèvent; le diaphragme s'abaisse; non-seulement l'équilibre est détruit, mais la puissance élastique de l'air est repoussée par cette énergie intime qui élève la contractilité musculaire au plus haut degré, et qui suit les effets de la caloricité.

On sait que la pression de l'air sur une surface est égale à une colonne d'eau de trente-un pieds; on a calculé que l'effet de la pression par rapport à un homme de moyenne taille équivaut à un poids de 36,000; mais cette pesanteur est contrebalancée par la force vitale, par la réaction des fluides élastiques qui font partie de notre organisation. Comme les variations de l'atmosphère sont successives, elles nous affectent d'une manière peu sensible; mais s'il arrive un changement subit la rupture d'équilibre influe

d'une manière très-marquée sur l'économie animale; si l'homme s'élève à de grandes hauteurs il éprouve la gêne, la fatigue, l'assoupissement : ainsi, quand on voudra se rendre compte de la différence entre les effets du poids de l'eau et ceux de la force élastique de l'air; quand il s'agira d'expliquer comment le plongeur peut résister sans inconvénient aux effets de l'air condensé à une profondeur de soixante pieds, il faudra recourir encore à cette force inconnue quant à son principe, mais qui change, modifie les lois générales, et met dans la classe des vérités démontrées ce qui au premier aspect paraissait difficile à expliquer.

Avantages existans.

1°. La forme indiquée par M. Spalding est la meilleure : la cloche est recouverte en plomb; c'est un cône tronqué pour calculer sa solidité. (*Voyez la Formule de M. Legendre Note 6.*)

2°. On a vu précédemment que la cloche abandonnée à elle-même pouvait heurter contre les rochers. M. Spalding, pour prévenir cet inconvénient, imagina de placer au

fond de la mer une masse considérable qu'il appelle *poids - balance* : au moyen d'une corde et d'une poulie placée dans la partie supérieure de la cloche, les ouvriers se dirigent vers le point d'appui, descendent ou montent à volonté, suivent toujours la ligne verticale. Ce procédé doit être conservé.

Nous avons vu que M. Halley, en ajoutant à l'invention de Sturmius, se servait de deux barillets garnis de plomb pour procurer l'air aux plongeurs : l'air renfermé et comprimé dans ces barillets, et introduit dans la cloche, a deux usages; il sert à entretenir l'air frais, et à faire descendre l'eau au niveau de la cloche par l'effet de la pression de l'air.

Ce procédé simple, économique, sera conservé pour mettre la mer à sec. On sait que la mer présente partout des inégalités; ses bords sont de vastes plans inclinés; les rochers, la vase, les détritus formés successivement, ne permettent pas de trouver des niveaux. Voulant préserver les plongeurs du contact de l'eau, et leur procurer ce niveau, j'ai indiqué un baquet en plomb de la hauteur d'un mètre : on le descend par des cordages, une poulie; le plongeur, dans ce

baquet, se place au-dessous des bords de la cloche, dans une situation horizontale.

M. Halley, qui avait senti la nécessité de procurer au plongeur la facilité de travailler hors de l'enceinte de la cloche, le revêtissait d'une enveloppe forte, avec une sorte de casque en plomb; il projetait de communiquer l'air au plongeur par un petit tuyau qui lui servait de guide, et qui aboutissait à la cloche. Ce moyen sera rejeté, parce que le plongeur, muni de ces appareils flexibles, serait exposé au poids du fluide; placé dans un autre système, il serait livré aux dangers de la submersion.

Moyens de perfectionnement.

Le premier inconvénient qu'il est essentiel de faire disparaître est l'effet de la compression de l'air dans les oreilles.

Le Créateur, toujours sage dans ses œuvres, a distribué dans l'organe de l'ouïe ce cérumen qui empêche l'introduction des corps étrangers dans les replis tortueux de ce canal, et qui favorise l'harmonie des ondula-

tions sonores. Pour préserver le tympan de la percussion de l'air condensé, on place dans l'intérieur de l'organe une légère couche de coton; elle est revêtue d'un enduit en cire qui garnit le pavillon de l'oreille: cette surdité passagère ne nuit point aux travaux du plongeur; elle détruit sous l'appareil l'effet désagréable de la répercussion vive du corps sonore.

L'air étant le véhicule du son, la répercussion est toujours proportionnée à l'état de densité de ce fluide; à l'aide d'un procédé extrêmement simple on préviendra un mal insupportable.

Pour parvenir à perfectionner la cloche du plongeur il faut fournir constamment aux ouvriers un air pur, entretenir la lumière dans les profondeurs de la mer, régler la température, faciliter les manœuvres dans ce petit espace.

La Chimie pneumatique nous garantit les principaux moyens de succès:

1°. La matière de l'oxigène s'obtient d'une manière facile et économique de l'oxide de manganèse; l'air vital est reçu dans un réservoir de taffetas gommé: à cet effet on plonge la

cloche dans l'eau ; l'air vital est ensuite soutiré et chassé dans un réservoir de dépense avec la pompe aspirante et foulante.

On emploie cet air vital lorsqu'on est arrivé au point déterminé de profondeur, et lorsque la mer a été mise à sec avec les barillets à air.

D'après les physiologistes les plus célèbres l'addition d'une certaine quantité d'oxigène produit généralement un plus grand sentiment de bien-être et de force; les systèmes nerveux et musculaires acquièrent plus d'activité; il se forme plus de chaleur animale ; tous les organes deviennent plus sensibles à l'action des stimulans extérieurs : cette exaltation passagère convient à la situation des plongeurs ; l'excès d'air vital produirait une sensibilité vicieuse et le désordre.

Il est donc extrêmement important de n'introduire sous la cloche que des quantités exactes, et qui n'excèdent jamais le dixième de la masse d'air vital. Il est un moyen de vérifier, d'obtenir sans cesse cette justesse de proportion : une échelle placée dans la cloche peut rendre sensible les altérations. Les effets qui peuvent survenir par la trop grande absorp-

tion seraient marqués par l'ascension de l'eau dans l'appareil.

L'air vital, augmenté d'un dixième, et disséminé dans cette atmosphère, devient un stimulant nouveau, agissant sur tout le système, redoublant l'énergie des organes, réveillant constamment la sensibilité : on pourra donc maintenir long-temps dans l'appareil l'état de vie et d'équilibre.

Un ventilateur sera employé à opérer le mélange de la matière de l'oxigène avec l'azote, qui reste constamment sous la cloche comme agent auxiliaire de la respiration.

Un des ouvriers sera chargé spécialement de la surveillance du gouvernement de cette petite atmosphère et de l'observation des phénomènes.

Comme il importe que les ouvriers soient avertis du moment de la retraite, on placera dans l'intérieur un réservoir composé d'une enveloppe souple; pendant la dépense de cette dernière provision les plongeurs pourront facilement remonter à la surface de l'eau.

Pour bien déterminer et ménager cette dépense d'air vital on ouvre l'un des deux

robinets qui forment le régulateur; au moyen des deux orifices qui varient en dimension, on obtient à volonté un jet imperceptible, ou un flux considérable.

Il est essentiel que l'extrémité du robinet soit toujours dirigée vers la partie supérieure de l'appareil; si l'orifice était placé de haut en bas l'eau monterait dans la cloche. L'effet contraire a lieu quand l'orifice est placé vers le haut; le gaz qui s'échappe forme successivement ces couches horizontales, ces surfaces aériennes qui déterminent par l'effet de l'impénétrabilité la pression de la colonne d'eau.

2°. On entretiendra facilement la lumière par le procédé suivant :

La matière de l'oxigène est renfermée dans une enveloppe souple, imperméable; l'air, comprimé dans la cloche est mis à profit; il exerce sa force de ressort contre la paroi docile du réservoir, et force le gaz à s'échapper; l'air vital est dirigé vers la flamme d'une lampe construite d'après le système d'Argant; elle est placée dans un cylindre garni de verres; au chapiteau se trouve un réservoir d'eau de chaux destinée à modérer les effets de la

chaleur, à absorber l'acide carbonique, et à recevoir les produits de la combustion.

Il est extrêmement difficile de calculer exactement l'air vital employé dans la combustion. J'ai vérifié que toutes choses égales, c'est à dire ayant égard aux quantités et à la qualité de l'huile, les dépenses suivent la raison de la solidité des mèches.

Une mèche cylindrique d'un centimètre de hauteur sur un millimètre pour diamètre de la base, absorbe 0,677, et en général les quantités d'oxigène absorbées sont en raison directe du volume des mèches.

Il existe encore plusieurs moyens d'entretenir la lumière sous l'eau. (*Voyez la Note* 7.)

3°. Avant d'indiquer la manière d'abaisser la température je dois faire observer que la respiration sous la cloche offre un phénomène particulier; on remarque que l'air expiré, éminemment plus chaud en sortant des poumons, va prendre son rang dans la partie supérieure de la cloche; l'azote, l'oxigène non précipité, l'acide carbonique s'élèvent dans l'état de mélange, et forment la première couche. Il est donc nécessaire de suivre cette marche des gaz expirés, afin de leur faire subir les modifications néces-

saires; l'absorption de l'acide carbonique, l'abaissement de la température.

L'air expiré traverse plusieurs couches horizontales de potasse caustique étendue dans des vases disposés à cet effet; l'acide carbonique est au même instant précipité.

La liquéfaction de la glace, ou la quantité calorique attirée par la glace pour se mettre en équilibre avec les corps environnans, est en raison composée des surfaces et de la densité de la glace.

Supposons la densité d'un morceau de glace exprimée par D, sa surface exprimée par S; la densité d'un autre morceau de glace exprimée par d', sa surface par s', on a généralement la proportion.

$$C : c' :: Ds . d's'$$

C. Désignant le calorique absorbé par le premier volume; c' le calorique contenu dans le second volume.

D'après ce principe l'air en sortant du premier réservoir parcourt des surfaces de glace pilée; c'est par ce moyen que la température est constamment abaissée. Cet état ne peut manquer de produire un bon effet; il

augmente l'énergie musculaire, favorise la liberté de mouvement des plongeurs.

Cet appareil n'est point un calorimètre exact; car l'eau qui se trouve dans la partie supérieure de la cloche peut produire des effets qui se confondent avec ceux qui ont lieu dans la partie inférieure; de là l'impossibilité d'analiser les résultats. D'après les expériences de M. de Saussure la température de la mer à certaines profondeurs est de 9 à 10 degrés. (*Voyez la Note* 8.)

4°. La cloche du plongeur, perfectionnée par les procédés que je viens de retracer, sera d'abord un instrument d'observation du premier ordre. Il est évident qu'à l'aide de la Chimie pneumatique on établira sous cet appareil une sorte de création, une existence artificielle, dont la durée se prolongera indéfiniment; on observera sans péril les plus beaux phénomènes, la respiration et la combustion; on déterminera jusqu'à quel point l'homme peut modifier les lois générales de la nature, et leur opposer les principes de son organisation.

On peut s'en servir pour visiter les rades, les ports, pour le sauvetage, la pêche des perles, celle du corail. (*Voyez la Note* 9.)

Afin de compléter ces moyens de perfectionnement de la cloche on a retracé les instrumens nécessaires,

SÉRIE V.

Figure 1re.

A Vue intérieure de la cloche.

B Ouvrier. *C* Réservoirs d'oxigène, et qui peuvent varier en capacité.

E Echelles de cordes, poulies.

F Baquet pour le garantir du contact de l'eau.

H Poids.

I Réservoirs pour alléger le poids de la cloche en introduisant l'air comprimé qui chasse l'eau.

Figure 2.

Appareil pour absorber l'acide carbonique, et abaisser la température.

A Ouverture, entrée de l'air.

B Couches d'alcali.

C Second réservoir emboîté contenant la glace pilée.

D Vis et attaches.

F Conduit pour le retour de l'air après l'absorption de l'acide carbonique.

Figure 3.

A Réservoir d'oxigène. *B* Robinet. *C* Lampe. *D* Bouton pour tirer la mèche. *E* Cylindre. *FF* Ouverture. *G* Réservoir d'eau. *H* Tuyau de retour qui peut être prolongé, et communiquer avec l'atmosphère par un prolongement jusqu'à la surface de l'eau.

SÉRIE VI.

Figure 1re.

Bac en métal avec les appuis mobiles.

Figure 2.

A Levier. *B* Point d'appui. *C* Résistance du levier.

Figure 3.

Tarrière.

J'ai cru qu'il était inutile de décrire une longue serpe dont on présume l'emploi.(*Voy. la Note* 10.)

Application du Bateau plongeur à la marine, au commerce.

L'homme, en sa qualité d'agent responsable, règle l'usage de la matière; sa volonté change les bienfaits en fléau; elle établit l'utilité et l'abus de toutes choses. Le fer est tour à tour salutaire et meurtrier; le feu créateur est souvent l'agent de la destruction; le poison qui anéantit les principes de la vie produit l'état de santé. La raison repousse ce qui est dangereux; mais elle accueille ce qui est utile à la société.

Sans doute il est nécessaire de rejeter les vaisseaux sous-marins comme moyens destructeurs; mais si le principe est bon et l'application avantageuse, il convient de les adopter.

Avec le bateau plongeur on peut monter et descendre à volonté, se tenir au fond, à la surface, ou dans les eaux intermédiaires.

On conçoit combien il serait important d'exécuter quelques travaux avec un semblable appareil.

M. Klingert de Breslau, qui paraît s'être occupé de ces combinaisons, avait déjà projeté de faire l'application du principe du bateau plongeur. Son invention consiste en un cylindre creux, terminé par deux cônes tronqués; il est construit à la manière des tonneaux, et fortifié par une armure en fer; il peut avoir trois mètres de haut sur un de diamètre.

Cet appareil sert à deux usages : le plongeur puise dans ce réservoir l'air propre à la respiration; il est placé sur une estrade, d'où il peut descendre pour se mouvoir à l'entour; au moyen d'une manivelle et d'un cylindre qui joue dans l'intérieur de l'appareil il augmente ou diminue à volonté sa pesanteur spécifique.

Il est à observer que le plongeur n'est point à l'abri du poids de l'eau; la grande difficulté, la cause du péril, subsiste toujours; l'appareil néanmoins présente déjà une idée de perfection; on a l'avantage de se tenir à des profondeurs déterminées.

Pour donner aux ouvriers la facilité de se tenir dans les eaux intermédiaires on a proposé d'établir dans le bateau une espèce de mannequin, combiné de manière à obéir à tous les mouvemens de l'ouvrier qui va se placer dans cette enveloppe flexible, et exécute avec ces manches mobiles diverses manœuvres : souvent on a voulu placer dans le fond du bâtiment des mains mécaniques revêtues en cuir ; mais on m'a fait remarquer que le cuir ne doit point être employé; telles précautions que l'on prenne il suinte toujours ; il est à craindre qu'il ne soit bientôt dégradé par la soude, la magnésie et les matières qu'on trouve dans les eaux de la mer; les chocs, les accidens peuvent le détruire.

Tous ces motifs m'avaient déterminé à considérer le principe du bateau plongeur comme inapplicable; à le regarder comme un appareil à peu près inutile, dès qu'il ne servait qu'à des observations.

J'avais renoncé à tous efforts, à toutes recherches, que je regardais comme une perte de temps.

Tout récemment je trouvai par hasard les

moyens d'exécuter des travaux dans un bateau fermé.

Après avoir entendu le professeur de physiologie de l'Ecole de Médecine, je considérai que le chirugien fait un grand nombre d'opérations sans le secours direct de la main ; à l'aide d'instrumens extrêmement ingénieux il exécute dans l'intérieur du corps humain les mouvemens nécessaires ; avec le fer rendu docile il attire, repousse, range à son gré les objets invisibles et impalpables : on a bien voulu me représenter l'élévatoire d'Ambroise Paré, la main de Palfin, le tire-balle et tous ces chefs-d'œuvres de la mécanique appliqués à l'art de guérir.

Cet examen m'a fourni une idée simple, et m'a fait concevoir la possibilité de tirer du fond de la mer les objets naufragés avec le plus grand succès : je place au fond du bâtiment, à l'endroit du centre de gravité, des espèces de pinces qui s'ouvrent, se ferment par l'effort d'un coin placé au bout d'une vis agissant à la volonté de l'ouvrier placé dans l'intérieur du bâtiment; on peut saisir les objets naufragés, les emporter, ou les faire monter à l'aide d'un cabestan. La vis

étant longue de 5 décimètres, et les pas bien égaux, on n'a point à redouter l'introduction d'une seule goutte d'eau.

Cette découverte rendant le bateau plongeur utile, je vais en retracer la description.

La capacité du bâtiment plongeur peut varier sans doute; mais pour obtenir la solidité et se garantir du poids de l'eau, cette capacité ne doit point s'élever au-dessus de 5 mètres cubes.

Je me bornerai à décrire les parties principales, le chapiteau ou fermeture, les dispositions de la rame; les moyens de communiquer les signaux, les procédés pour enlever les objets naufragés.

SÉRIE VI.

Figure 4.

AA Couvercle de sept décimètres de diamètre.

BB Bords pressant au-dehors contre les cuirs gras.

CC Emboîtement.

DD Places des verres lenticulaires.

E Traverses en fer formant une courbe pressant contre la paroi de l'intérieur du bâtiment.

F Tige en fer taraudée, de 3 décimètres de longueur.

G Vis à écrou pour opérer la pression du chapiteau ou entrée du bâtiment sous-marin, et empêcher l'introduction de l'eau.

Figure 5.

A Vue du fond du bâtiment.

BB Verres lenticulaires pour apercevoir les effets naufragés qu'on veut enlever.

CC Branches du forceps, ou pinces de 5 décimètres de longueur; vis femelles à pas rapprochés, de 5 décimètres de hauteur.

E Vis mâle de 10 décimètres de longueur, ayant un diamètre de 6 centimètres; elle est terminée par un cône *F*, et mise en jeu par la manivelle *G* : on voit qu'en tournant ou détournant le cône *F* élargit les bras de la pince, afin de pouvoir saisir les objets en retirant la vis.

Figure 6.

Cette figure exprime les moyens de communiquer les signaux.

A Tige en fer taraudée, de 5 décimètres de longueur, jouant dans une épaisseur du bâtiment, où elle sert, en tournant, à relâcher une plaque en liége de 9 décimètres cubes, et traversé à son centre par la tige; la plaque détachée, s'élevant à la surface de l'eau, communique le signal pour retirer le bateau plongeur amarré selon le besoin.

Figure 7.

A Sphère creuse d'un diamètre de 3 décimètres, d'une épaisseur de 2 centimètres.

B Echancrure de 5 centimètres.

C Seconde sphère en métal poli, à frottement doux, remplissant exactement l'intérieur de la première sphère.

D Traverse en fer servant d'axe à la seconde sphère : la petite partie *E* forme le bras de la rame; sa longueur est de 5 décimètres : la partie *F* est la rame; sa longueur peut être de 15 décimètres : l'ouvrier placé

dans l'intérieur du bateau fait tourner sur son axe la sphère du centre; au moyen de l'échancrure pratiquée dans la seconde sphère il exécute le mouvement horizontal; il retourne ensuite sa rame, dont la surface est perpendiculaire à l'eau, exécute le mouvement de progression de la même manière que s'il était à la surface du fluide.

SECTION III.

Application des appareils respiratoires à la sépulture des pestiférés. — Moyens de pénétrer à travers les vapeurs fuligineuses, de descendre dans les puits, les fosses et les mines, etc. — Sondes mobiles. — Secours divers.

QUELLE est la nature de cet horrible fléau appelé contagion? C'est dans l'air atmosphérique destiné à nous verser les flots de la vie que se préparent, que s'épanchent ces émanations mortelles. Des élémens invisibles sont formés; tout à coup ils se propagent et moissonnent des milliers de victimes; entraînés par les vents, ils vont porter plus loin le théâtre hideux de la désolation; la destruction organisée s'empare de l'espace, corrompt tout ce qu'elle touche, cherche partout de nouveaux alimens; placée sur des monceaux de cadavres, elle s'élance, et semble ne vouloir se reposer qu'après la ruine entière de l'espèce humaine; spectacle affreux qui inspire de l'horreur aux animaux les plus féroces. Hé quoi! le torrent impétueux, après avoir

porté la dévastation, trouve enfin des limites ! Quelle puissance enchaînera l'horrible peste ? Honneur à celui qui nous a préservé de ce mal terrible ! la reconnaissance publique a signalé ce bienfait, et l'auteur a reçu les bénédictions de l'humanité.

Des faits avérés avaient donné lieu à des principes bien importans : toute décomposition putride produit l'ammoniaque ; l'acide muriatique et l'ammoniaque forment instantanément un sel neutre. La saine théorie fit également reconnaître que l'air est le vrai dissolvant des émanations contagieuses et le principe de leur intensité.

L'expérience prouve que l'acide muriatique oxigéné a une supériorité marquée sur tous les agens de désinfection ; par l'effet de son action sur les matières animales il détruit l'équilibre de leurs principes, neutralise les miasmes adhérans aux molécules infectées.

Ce spécifique est d'autant plus admirable qu'il suit pas à pas la contagion ; douée comme elle de la plus grande expansibilité, il se met partout en présence des miasmes ; fluide subtile, il les attaque corps à corps, s'interpose dans les espaces, les détruit simultanément. Pour se faire une idée exacte de cette pro-

digieuse expansion il suffit de considérer que le mélange employé, formant le poids de 4,82 octogrammes, et occupant à peine 158^{c},53, remplit un espace de 3,365^{m},34.

Après une foule d'expériences il est devenu un spécifique sûr, familier et presque géuéral; on l'emploie dans les hôpitaux, les prisons, les vaisseaux pour détruire les maladies occasionnées par les effluves. Sans doute il est consolant pour l'auteur de cette découverte d'entendre publier que l'ennemi mortel de l'espèce humaine est dompté.

Si la peste, qu'on peut vaincre, vient à se manifester elle fait périr quelques victimes, auxquelles il faut donner la sépulture; ceux qui sont chargés de remplir ces pénibles devoirs sont exposés à de grands dangers; en s'approchant des cadavres fétides, même avec précaution, ils ne peuvent s'isoler de la sphère d'infection. D'après Verdoni, le degré est toujours proportionné au volume d'air qui enveloppe le pestiféré. They fait observer qu'on ne peut en approcher sans danger à cinq pas géométriques.

Sans doute l'acide muriatique opère des prodiges dans les vastes enceintes des bâtimens; mais sa puissance ne peut s'exercer au-delà des

limites de son intensité; il ne peut attaquer ces miasmes légers, invisibles, qui s'échappent à chaque instant des cadavres, et sont emportés par les vents dans des espaces incommensurables; il n'est pas toujours aisé d'imprégner ces cadavres avec l'acide muriatique: dans ces circonstances on propose le procédé suivant comme moyen de conférer sans danger la sépulture aux pestiférés.

Figure 7.

A Petit chariot de deux mètres de longueur.

B Au centre réservoir de 51 décimètres de longueur, 34 de largeur et autant de hauteur.

C Pompe pour aspirer l'air, et le comprimer dans le grand réservoir. *C* Petite soupape conique renversée, soutenue par un ressort en spirale, comme dans les fusils à vent, et fermant l'ouverture du tuyau *D*.

E Petit levier du second genre, ayant son point d'appui en *F*, extrémité du réservoir.

G Tuyaux mobiles en laiton, recouverts en peau d'anguille et en cuir, dont la longueur peut être de 20 mètres, et le diamètre de 7 millimètres; une extrémité est fixée au réservoir couvert.

Digitized by Google

L'autre extrémité est attachée à une enveloppe qui recouvre les ouvriers, et dont on enverra ci-après la description; le même appareil devant servir dans d'autres circonstances.

Le cadavre est placé sur le chariot; les ouvriers en le traînant respirent un air pur que leur fournit le réservoir, qui peut contenir 800 décimètres cubes, quantité plus que suffisante pour entretenir la respiratiou peudant 20 minutes, et qu'il est facile d'augmenter pour la proportionner à la durée des travaux.

Moyens de pénétrer dans les vapeurs fuligineuses, de se préserver de l'acide carbonique.

Il est bien inutile de soulever le voile funèbre qui couvre les nombreuses victimes de l'asphyxie; il est plus urgent d'indiquer les moyens propres à leur porter des secours.

L'art de concentrer la respiration est ici destiné à recevoir les applications les plus utiles. Pour mieux faire apprécier ces avantages je vais choisir le cas le plus difficile, malheureu-

sement trop commun, et donner à mon idée quelques développemens.

Je suppose des malheureux surpris dans des caves ou dans des souterrains par la présence de l'acide carbonique, par les vapeurs fuligineuses, ou les effets meurtiers de liqueurs en fermentation : ce foyer est d'un accès difficile; si l'on tente d'y pénétrer on est exposé à partager le sort des victimes : dans cette situation pénible il faut,

1°. Se mettre à l'abri de l'influence dangereuse du fluide environnant;

2°. Pénétrer dans des asiles inconnus, porter de la lumière au milieu de ces gaz incomburans;

3°. Etablir des courans d'air, et porter les secours convenables.

Comme les moyens doivent varier suivant les lieux et les circonstances, voici ceux employés :

L'ouvrier place sur ses épaules une légère carcasse en fil-de-fer; elle est rendue immobile par une suspensoire; l'intérieur est destiné à recevoir une petite capsule contenant la potasse.

Cette carcasse est garnie d'une peau qui

couvre la tête, les bras, et se termine à la ceinture; une toile mouillée empêche l'air de pénétrer dans l'appareil : en enveloppant le milieu du corps on a pratiqué des ouvertures, on a placé des verres pour faciliter l'usage de la vue.

Un réservoir d'air comprimé, ou simplement un ventilateur, est placé à distance convenable du lieu du danger; à l'extrémité du réservoir est un tuyau léger, mince, solide, à l'abri de la pression; sa longueur peut être indéterminée; une des extrémités de ce canal est attachée à l'appareil dont l'ouvrier est revêtu; ce canal lui fournit un air frais, abondant, et l'isole du fluide dangereux.

On se demande comment l'ouvrier pourra pénétrer dans l'intérieur des bâtimens et dans les sinuosités du souterrain; il marche à sa perte, car il est sans guide. On a prévu cette objection : le long conduit qui transmet l'air à l'ouvrier est le fil d'Ariane qui dirige ses pas dans les détours du labyrinthe; ce conduit peut lui servir pour communiquer au-dehors des signaux de retraite.

Mais comment introduire, comment con-

server la lumière parmi les gaz impropres à la combustion?

L'ouvrier placé dans l'appareil est évidemment l'image d'une flamme entretenue par l'air vital transmis du dehors; l'instrument qui doit lui communiquer la lumière est une suite de la même théorie.

Un corps combustible est placé dans un cylindre transparent; il est entretenu par un jet d'air passant à travers un long tuyau, semblable à celui déjà décrit; le feu est alimenté et animé par un ventilateur, par une pompe à air.

Ainsi, l'homme respire, le corps brûle, et éclaire à de longues distances par les mêmes procédés. L'ouvrier pourra pénétrer dans l'intérieur des souterrains, y porter des lumières, y administrer des secours.

SÉRIE VII.

Figure 1re.

A Ouvrier renfermé dans une enveloppe en fil-de-fer; elle est fixée par la suspensoire inventée par M. de la Chapelle.

B Place des lunettes et garde-vue.

C Moyen de dégagement par les soupapes, ou par le boyau renfermé dans la petite boîte en cuivre, Fig. 4, même série.

D Oxigénomètre porté par l'ouvrier. *E* Tuyau adapté au-devant, et servant à communiquer l'air.

F Soupape employée dans le cas où on se servirait de l'oxigène ou de l'air atmosphérique comprimé.

Figure 2.

A Ouvrier vu de face.

B Ceinture en toile mouillée pour empêcher l'introduction de l'air dans l'appareil, recouverte en peau, descendant au milieu du corps.

C Lumière alimentée par le réservoir d'air comprimé, ou par une pompe à air.

Figure 3.

A Tuyau respiratoire, *B* plaque avec ses vis. *C* Soupape. *ED* Levier pour faciliter le jeu de la soupape. Elle sert pour diriger la dépense de l'air; ce qui a lieu par le mouvement de la mâchoire inférieure.

SÉRIE VIII.

Figure 4.

A Boîte avec son couvercle vissé.

B Petit tuyau auquel se trouve attaché un boyau recouvert d'un petit filet, fixé au bas de la boîte, exprimé par *C*. *D* Issue pour l'air qui s'échappe à travers le boyau. *E* petite pompe à air.

Applications des appareils aux travaux ou *Secours dans les fosses.*

Il est un genre de gloire qui, sans être environné d'éclat, n'en est par moins solide; je veux parler de l'intrépidité de ces médecins qui, pour sauver leurs semblables, affrontent des périls nouveaux; ils ne vont point exposer dans les cercles pompeux, au milieu des grands amphithéâtres, ces théories brillantes qui enlèvent les suffrages, les applaudissemens; le lieu de la scène est un cloaque; la présence des objets infectes irrite les sens, soulève le cœur, révolte la nature; un morne silence règne dans cette enceinte dégoûtante, et n'est interrompu que par les cris entrecompés des malheureux suffoqués. Quelle cause fait triompher des

obstacles, enfante ces prodiges de courage? L'honneur d'arracher à la tombe la proie dont la mort s'était déjà emparée, le plaisir secret de voir renaître sur le front des victimes réchappées les signes de la vie et de la reconnaissance.

Les savantes et judicieuses recherches de M. Hallé avaient établi en 1785 l'état des connaissances sur deux fléaux, appelés par le vulgaire *la mite et le plomb*. Le docteur Dupuytrin, se proposant de combattre ces émanations, s'occupa d'en fixer la nature; il osa descendre et rester trente-cinq minutes dans une fosse d'aisance, fit l'analise de l'eau infecte, reconnut que l'asphyxie occasionnée par le plomb est due à la présence de l'hydrogène sulfuré, et que l'hydrogène sulfuré d'ammoniaque produit la mite.

Appuyés sur ces faits, et sachant d'ailleurs que ces deux gaz délétères sont radicalement décomposés par l'acide muriatique oxigéné, il détermina à quelle dose ces poisons sont funestes aux animaux.

Les expériences réitérées ont démontré que l'air qui contient seulement un 800e de gaz hydrogène sulfuré tue les animaux qui le respirent; que l'hydrogène sulfuré d'ammoniaque,

quoique moins actif, produit les mêmes effets à la proportion d'un 500e.

M. Dupuytrin, connaissant les dangers des miasmes, s'occupa des moyens de les détruire.

Première Expérience.

Du gaz hydrogène sulfuré sans mélange d'ammoniaque ayant été introduit sous une cloche placée sur le mercure, on fit passer du gaz acide muriatique oxigéné; au moment du contact des deux gaz il y eut formation d'un nuage très-épais d'acide muriatique; une matière blanche s'attacha aux parois de la cloche; il se rassembla de l'eau dans la partie la plus déclive.

2e *Expérience.*

L'hydro-sulfure d'ammoniaque ayant été également introduit dans une cloche, il y eut, de même que dans le cas précédent, de l'eau formée du soufre précipité, et de plus formation de muriate d'ammoniaque. Tels sont les résultats de l'expérience. L'acide muriatique en partie s'unit à l'ammoniaque, et forme du sel avec cet alcali. L'oxigène provenant de la décomposition de l'acide muriatique oxigéné s'unit au principe inflammable de l'hy-

drogène sulfuré, et forme de l'eau ; le soufre se présente sur les parois du vase.

M. Chaussier s'empressa de signaler le gaz hydrogène sulfuré comme le poison le plus terrible : son action est si vive, si pénétrante, qu'elle s'exerce à la surface du corps et à travers la peau. Ce gaz se reproduit et se renouvelle à chaque instant; il se réfugie dans les dales, dans les angles, dans les anfractions des fosses.

Des faits réunis portent à croire que l'hydro-sulfure d'ammoniaque est le principal agent de la production du gaz azote qu'on rencontre dans ces fosses, ce qui s'explique ainsi : les hydro-sulfures alcalins s'emparent de l'oxigène de l'air, dont une partie les élève à l'état de sulfate; une autre partie forme de l'eau en se combinant avec l'hydrogène qu'ils dégagent : ils réduisent donc l'air soumis à leur expérience à l'azote, à l'acide carbonique qu'il contenait.

L'analise de l'air pris dans les fosses, et recueilli dans des bouteilles pleines de sable, a donné :

Gaz azote. . . . 94 parties.
Gaz oxigène. . 2

MM. Dupuytrin et Thénard, après cette

vérification, considérèrent que le gaz azote est indécomposable, et qu'il n'y avait de moyen de déméphitiser les fosses que l'emploi des courans d'air.

Ils placèrent en haut un premier ventilateur garni d'une grille pour soutenir le charbon.

Un second appareil, formé d'un cylindre de fer battu, fut plongé dans les tuyaux, et par ce procédé ils forcèrent le gaz à s'échapper des fosses et des lieux environnans.

Il est essentiel de remarquer que l'hydrosulfure ammoniaque s'élevait ensuite en grande quantité. Ces faits sont consignés dans la *Bibliothèque médicale*.

On voit que l'hydrogène sulfuré se reproduit dans la durée des travaux; le gaz, en s'échappant des fosses en grande abondance, peut sans cesse occasionner des accidens. Le gaz azote, ainsi qu'on l'a vu, ne peut être absorbé ou détruit par aucun agent chimique. L'art doit donc chercher un procédé capable de garantir de l'influence de ces gaz meurtriers : l'oxigénomètre ou l'appareil pneumatique peut seul procurer ces moyens.

Des vues analogues ont été publiées, des instructions ont été adressées aux habitans des campagnes pour les prévenir du danger du méphitisme.

On y examine la cause de ces gaz délétères, qu'on attribue à la présence de l'acide carbonique, attiré par sa pesanteur dans les lieux profonds.

Pour reconnaître sa présence on verse de l'eau qui a séjourné sur de la chaux vive; si elle se trouble c'est une preuve qu'il règne de l'acide carbonique : on peut y descendre des lumières; si elles s'éteignent c'est encore un signe de la présence de ce gaz : on descend aussi des animaux; si on les retire sans être asphyxiés on peut entrer dans les puits. Voici les procédés préservatifs indiqués dans ces instructions:

On purifie l'air en jetant de la chaux vive délayée dans l'eau. On peut remplacer ce procédé pour absorber l'acide carbonique par les alcalis caustiques, l'ammoniaque, la dissolution de potasse.

On établit des courans d'air par des ventilateurs. Dans le cas de danger on peut employer un soufflet de forge, et faire descendre sur les ouvriers une colonne d'air pur. Les appareils dont on a donné la description peuvent leur être ajoutés avec succès: on a l'avantage d'être absolument isolé du méphitisme. Cette idée a été saisie par M. Pilâtre.

du-Rozier, et recommandée avec instance par M. Budan, docteur en médecine. Avec quelques modifications ces appareils respiratoires pourraient rendre des services éminens comme moyens les plus prompts et les plus sûrs.

Usage de l'Oxigénomètre et des Appareils pneumatiques dans les Mines.

La surface du globe est le siége du mouvement et de la vie; tous les gaz qui s'y forment sont entraînés par les vents, ou employés à l'entretien des végétaux. (*Voyez la Note* 10.)

L'hydrogène carbonné, livré à sa pesanteur spécifique, séjourne dans les lieux profonds situés au-dessous du niveau de la terre, et privés de la présence de la lumière et du bienfait de la ventilation. Ce qui rend le séjour des souterrains très-périlleux, c'est que les causes de dangers sont extrêmement compliquées. Dans l'élaboration des métaux la nature emploie un grand nombre d'agens inconnus : l'extraction des matières laisse donc échapper des vapeurs nuisibles interposées dans les molécules; l'hydro-

gène des mines contient, d'après les observations, du fer et du zinc; le gaz oxigène, en exerçant son action sur les substances minérales, telles que le schiste alumineux, la houille, contenant le carbone, produit l'acide carbonique. Il s'élève souvent du fond des mines des vapeurs qui n'ont point encore été analisées; elles diffèrent de l'air atmosphérique par une odeur fade, quelquefois accompagnée de chaleur : on remarque dans les lieux où cette vapeur est produite que le bois ne contracte point d'humidité; il se couvre de moisissure. Plusieurs causes concourent encore à méphitiser l'air des mines, la transpiration, les exhalaisons insalubres des ouvriers renfermés dans un petit espace, la décomposition putride du bois employé à étançonner les galeries : on sait que des vapeurs malfaisantes s'échappent de la Grotte de Hongrie, et occasionnent une mort prompte. Il existe aussi au comté de Cumberland une mine de houille d'où sort une odeur insupportable : l'inflammation des matières produisit il y a quelque temps une explosion qui se fit sentir à six lieues de loin.

Ces vapeurs fulminantes peuvent être attribuées à l'hydrogène; unies à l'acide carbo-

nique, elles se consument sans bruit, avec une couleur bleue ou violette; combinées avec l'oxigène, elles détonnent avec fracas; dégagées des substances métalliques, elles projètent des étincelles rouges et vives; souvent ces vapeurs condensées forment des masses arrondies, ou des flocons grisâtres, recouverts d'une espèce de toile d'araignée; ce nuage léger et flottant s'élève vers la partie supérieure de la mine: si par malheur ce gaz entre en contact avec les lumières, il éclate avec violence; tous les ouvriers qui sont placés dans cette sphère d'explosion sont tués ou blessés. On observe aussi que ces mêmes vapeurs s'enflamment spontanément; cette inflammation est occasionnée par la combinaison de l'hydrogène phosphoré avec le gaz oxigène.

M. Darcet a fait remarquer que les mines d'or et d'argent, près de Guadal-Canal, exhalaient un méphitisme insupportable quand l'atmosphère était chaude.

On emploie les moyens pour faire circuler l'air, mais ils sont insuffisans.

Les accidens multipliés ont fait sentir la nécessité de publier les moyens de préserver les ouvriers de l'influence de ces émanations,

de sauver les personnes qui, entraînées par un zèle inconsidéré, périssent en voulant porter des secours. Dès 1768 l'Académie française rendit un compte avantageux des porte-vents en cuir de M. de Barières; il s'agit toujours de chasser les gaz délétères et de les remplacer par un air pur. On a conseillé l'usage des appareils pyro-pneumatiques de MM. Cadet-de-Vaux, Laborie et Parmentier : ces appareils consistent, 1°. en un fourneau de réverbère, surmonté de son dôme, ayant une espèce de cheminée ; 2°. on emploie des cylindres emboîtés comme ceux d'une lunette d'approche; 3°. on place un feu bien vif dans le fourneau, afin de dissiper le gaz malfaisant. On a conseillé de faire détonner la poudre à canon pour chasser l'air vicié : on fait descendre, à l'aide d'une chaîne et d'une poulie, une grande terrine, dans laquelle on mêle le sel marin, l'acide sulfurique et l'oxide de manganèse. On détruit par ce procédé de M. Guyton-Morveau les vapeurs malfaisantes. En Angleterre on descend un homme vêtu de toile mouillée ; il va communiquer le feu à ces matières inflammables par une mèche dont la durée est combinée.

Il résulte de tout ce qui a été exposé que

dans les mines les fluides élastiques sont dans l'état de mélange et de combinaison : il est donc essentiel de chercher un agent simple, facile, uniforme, et qu'on puisse opposer avec succès à ces dangers qui se multiplient constamment sous des formes si variées.

Ce moyen consiste à employer l'oxigénomètre, ou l'appareil dont j'ai donné précédemment la description.

Il est constant que ces appareils ne peuvent être employés que pour porter des secours aux asphyxiés, ou pour s'y garantir momentanément de l'influence des gaz délétères; l'usage en est essentiellement limité, et borné à des manœuvres qui ne peuvent excéder vingt minutes.

En proposant ces appareils je redoutai cette défaveur, qui trop souvent accompagne les procédés nouveaux et utiles. Je découvris, après avoir terminé mon travail, que M. de Humbolt s'était occupé de moyens analogues, appliqués aux mines d'Allemagne. Je me félicite d'avoir à citer un nom qui fait autorité. M. Maquart, qui avait été le témoin des expériences incomplètes de M. Pilâtre-du-Rosier, regardait ses appareils

comme les plus utiles et les plus appropriés aux dangers.

Les personnes qui se livrent aux mêmes recherches sur le même objet font naturellement usage des moyens identiques : dans la carrière des découvertes le terme est l'utilité; le sentier est tracé par la science; les principes sont les guides infaillibles.

Je terminerai cet article en retraçant avec précision les vues de M. de Humbolt. D'abord il fallait porter de la lumière dans les mines, s'isoler des fluides, et manœuvrer; voici comme ce savant atteignit ces deux buts :

1°. La lampe doit consommer le moins possible, et être portative;

2°. La dépense doit être uniforme et variable à volonté;

3°. La disposition doit être telle que l'air qui alimente la lampe ne soit point altéré par les produits de la combustion.

L'appareil est divisé en trois parties : celle d'en haut contient l'eau; celle du milieu renferme la lampe; celle d'en bas renferme l'air, qui, comprimé par l'eau, est forcé de se diriger vers la flamme par des petits orifices multipliés : comme la dépense de l'air suit celle de l'eau, on la fait varier à volonté par

un robinet placé au-dehors; une petite capsule est placée au-dessous de la lampe pour recevoir les matières grasses et fuligineuses; ces matières sont plus abondantes quand on fait usage de l'air impur qui circule dans la mine.

L'éclat de la flamme dépend de trois circonstances qui peuvent être modifiées : 1°. la dépense de l'eau et celle de l'air forment des rapports constans; l'ouverture du robinet sert à les déterminer: 2°. l'état eudiométrique de l'air dans le réservoir inférieur peut augmenter ou diminuer la vivacité de la flamme: 3°. la dimension du tuyau conducteur opère le même effet, ainsi que la manière dont l'air est projeté sur la flamme.

Le moyen de renouveler l'air dans la partie inférieure est simple et facile; cette partie inférieure est d'abord remplie d'eau; on porte l'appareil dans l'endroit où l'air de la mine est le plus pur; on ouvre un robinet pour l'entrée de l'air, un autre pour l'évacuation de l'eau.

Cette lampe peut servir aux ouvriers occupés aux percemens dans les embranchemens des galeries.

L'appareil respiratoire de M. de Humbolt

consiste en un tube respiratoire, un masque, un bandeau, un conduit pour l'air avec un réservoir; l'un communique avec l'air respirable, et l'autre sert à chasser l'air au-dehors, en soulevant un petit clapet par l'effort de l'expiration. Le tuyau conducteur de l'air est plus ou moins long, selon la distance du réservoir commun, qu'on peut porter avec soi, ou placer fort loin si les opérations doivent être prolongées; ce qui peut se présenter dans les opérations d'un siége et dans les travaux de la mine. Alors le réservoir est placé sur une espèce de petit chariot, entre des montans, le long desquels glisse un couvercle qui, en s'affaissant par son poids à mesure que le réservoir se vide, facilite toute la sortie de l'air. Un réservoir d'un mètre de long, d'un demi-mètre de large, d'un mètre sept dixièmes de haut aurait les dimensions nécessaires pour fournir à la respiration pendant une heure.

SECTION IV.

Secours aux naufragés sous glace. — Moyens de préserver les Potiers de la colique métallique. — Sondes mobiles.

Il est un péril affreux qui semble au premier aspect devoir résister à tous les efforts de l'art, et épouvanter les plus courageux; il s'agit des personnes naufragées sous la glace; les victimes en se débattant s'éloignent de l'ouverture de l'abîme où elles sont tombées. Si le corps transparent et fragile qui porte les êtres généreux qui se dévouent vient à se rompre, ils sont engloutis, et partagent le sort des victimes qu'ils veulent sauver. L'intrépide M. Trey, voulant réchapper des enfans engloutis, fut obligé, ne retrouvant plus l'ouverture de la glace, de la casser avec sa tête. J'ai cherché et trouvé un procédé simple et approprié à cette situation désastreuse et difficile : réfléchissant sur la légèreté spécifique de l'écorce du liége, j'ai tracé le plan d'un appareil ayant deux destinations qui concordent parfaitement avec la nature du péril et

des secours; il consiste en un traîneau qui au besoin fait les fonctions d'une barque insubmersible; il sert à favoriser la progression sur la glace, et si elle vient à se rompre l'ouvrier se trouve à flot; il peut jeter des cordes, se servir des crochets, et sauver la victime sans être exposé au péril.

Description d'un Traîneau faisant les fonctions de Barque.

SÉRIE VIII.

Figure 1re.

On a omis sa coupe parce qu'elle peut être sentie sans le secours des figures.

A Traîneau garni de soixante-quatre décimètres cubes d'écorce de liége, distribué par couches sur toute la surface du traîneau, de deux mètres de longueur; sa largeur uniforme est de sept décimètres.

B Ouverture de la glace.

C Ceinture qui fixe le corps de l'ouvrier au traîneau.

D Marteau servant à deux usages; à la progression et à l'ouverture de la glace s'il est nécessaire.

E Coussin pour tenir la partie supérieure du corps élevée.

Des Tubes d'aspiration.

On croit généralement qu'il est facile de respirer à travers de longs tubes ; il est important de dissiper à cet égard les préjugés, et de retracer les observations sur le mécanisme de la respiration.

Ce mécanisme est entièrement hors du poumon ; les viscères, resserrés de tous côtés dans la cavité de la poitrine, ne peuvent résister à l'air qui s'y précipite par la trachée-artère à mesure que les parois mobiles de cette cavité tendent, en se dilatant, à faire un vide entr'elles et la surface extérieure des poumons : alors l'air agit par sa pesanteur contre les parois des vésicules pulmonaires, les développe, augmente leur volume.

On remarque dans l'aspiration deux effets combinés ; celui du poids de l'air, et celui de l'effort contractile du poumon qui suit celui de l'air ambiant.

Expériences.

Si l'on applique à la bouche un petit tuyau flexible de cinq centimètres de diamètre, et

d'un décimètre de longueur, on éprouve que les parois flexibles sont sollicités à se rapprocher. Cette résistance augmente par l'effet du frottement contre les aspérités qui se rencontrent le long des parois des tuyaux ; d'où il suit que pour respirer dans un vaisseau fermé il faut que l'air y soit comprimé ; que l'enveloppe soit souple, afin de faciliter l'action du poids de l'air. Les tuyaux aspiratoires doivent donc être sans cesse proportionnés à la capacité des organes de la respiration ; leur longueur ne peut néanmoins excéder trois mètres, et leur largeur ne peut être moindre de huit centimètres.

Cette facilité de respirer à courte distance m'a donné lieu de faire l'application suivante :

Tuyaux aspiratoires mis en usage pour préserver les Potiers de la Colique métallique, etc.

Les découvertes, les progrès dans les arts ne sont souvent que des conquêtes faites aux dépens de l'humanité. Ce n'est pas impunément qu'on interroge la nature pour lui dérober une partie de ses secrets ; en développant nos facultés, en donnant l'essor à

l'industrie nous faisons naître une foule de dangers; en multipliant nos jouissances nous ajoutons à la somme de nos malheurs. Ces résultats, funestes à ceux qui exercent des professions utiles et agréables à la société, ont leur source dans ce système réparateur, dans cette loi générale de compensation qui place sans cesse le bien à côté du mal, le plaisir auprès de la douleur.

Un grand nombre d'ouvriers, les potiers particulièrement, sont inévitablement exposés à une maladie cruelle, appelée par le vulgaire *Colique des peintres*, et par les médecins *Colique métallique;* elle attaque tous ceux qui manient le mercure et le plomb, ou qui habitent un lieu dans lequel ces métaux se trouvent en émanation.

Le germe de cette maladie s'établit d'abord dans les intestins; bientôt il se déplace, se jette sur le système nerveux, attaque les extrémités supérieures, et se termine quelquefois en paralysie ou en épilepsie.

Les causes, les remèdes, le régime préservatif de ce mal sont clairement exposés dans un ouvrage précieux publié récemment par M. de Vaumartoise, docteur en médecine : on est sans doute très-heureux de pouvoir guérir un

mal existant ; mais il est sage de le prévenir.

Cette possibilité s'est présentée naturellement en visitant plusieurs ateliers de poterie : j'ai vu des ouvriers à peine âgés de quarante ans qui étaient perclus ; ces malheureux, privés de l'usage de leurs bras, étaient réduits à mendier leur subsistance et celle de leur famille ; ce spectacle affligeant m'a sollicité à chercher un procédé simple, peu coûteux, et propre à prévenir les effets du mal.

J'ai considéré que la transpiration pulmonaire communique particulièrement ce poison lent ; les parties subtiles et ténues de la mine de plomb (oxide rouge) sont fixées, déliées dans la salive, et se mêlent avec les alimens. Quand ces matières sont accumulées en certaines quantités dans les viscères, le principe mordant se développe ; il agit avec fureur, et pour le détruire on est forcé de recourir à des remèdes très-violens.

Les personnes guéries, en reprenant leurs travaux, retournent à la source de la maladie, se préparent de nouvelles tortures ; plusieurs ont été attaquées vingt fois de la colique métallique avant d'arriver à une mort prématurée.

Le procédé préservatif consiste à isoler l'ouvrier, à établir une communication avec l'air extérieur, à le délivrer de l'influence délétère du plomb.

Moyens d'exécution.

J'ai fait construire en peau mince un tube ayant un mètre trente-deux centimètres de longueur; à l'une des extrémités est un masque intérieurement garni en coton, couvrant toute la figure, enveloppant toute la tête à l'aide de plusieurs ligamens; le tube est soutenu dans ses contours par un fil-de-fer; à l'autre extrémité, formant l'ouverture, est un morceau de bois de onze centimètres carrés; il sert à fixer le tuyau de communication, et à l'attacher au petit châssis établi à une fenêtre ou à un plancher de l'atelier. Quand le tuyau communique avec l'air extérieur des bâtimens l'ouverture est protégée par un petit abat-vent : l'ouvrier respire l'air du dehors à l'aide de ce tuyau léger, flexible, élastique; il peut sans fatigue s'occuper de courtes opérations qui n'exigent point de déplacemens.

Cet appareil, qu'on pourrait appeler *isoloir*, suivant le langage technique, est suscep-

ble d'être prolongé par des vis de rapport, pourvu que la longueur n'excède pas deux mètres; il est peu coûteux, applicable dans une foule de circonstances, dans les préparations arsénicales, dans la sublimation des muriates de mercure : en y ajoutant l'usage des vêtemens imperméables on est armé contre le méphitisme; on peut parcourir le champ vaste des observations, agrandir sans péril le domaine de plusieurs sciences utiles.

Cette idée de communication avec l'air extérieur pour éviter l'effet des vapeurs nuisibles concentrées dans les ateliers, avait été saisie par Bichat, mort à la fleur de l'âge, victime de son zèle. Dans les momens les plus périlleux de ses travaux anatomiques il employait une espèce d'entonnoir en fer-blanc, auquel était adapté un tube de même métal qui communiquait au-dehors de son laboratoire. On peut donc proposer une idée exécutée imparfaitement par un savant distingué; elle s'offre sans cesse par la vue de nos tuyaux qui communiquent la chaleur; il suffirait de trouver des canaux souples et mobiles.

Il est essentiel d'observer dans la construction du conduit des dimensions com-

binées tellement, que ceux qui s'en servent aient une respiration libre, abondante : pour le placer convenablement il faut consulter les loçalités et les manœuvres des ouvriers. Les potiers, occupés à jeter la mine de plomb sur l'argile, doivent l'attacher à une croisée; la ligne courbe de ce conducteur s'accorde avec le mouvement des ouvriers. Sans doute ce petit appareil ne peut convenir que dans des occupations accessoires et passagères, et non à des travaux perpétuels, tels que ceux des broyeurs, des metteurs en œuvre, etc.

En proposant ce préservatif de la colique métallique aux ouvriers de poterie il faut s'attendre à la défaveur qui accompagne souvent les nouveautés utiles : les préjugés, ennemis de tout bien; l'habitude, opiniâtre et aveugle, opposeront de la résistance. On n'aime à s'occuper que des dangers imminens; l'usage des préservatifs est suivi d'une inquiétude de l'avenir dont on veut se débarrasser; mais il est du devoir des chefs de manufactures et des directeurs d'ateliers de vaincre les obstacles, d'introduire, par l'ascendant de l'autorité et par voie de police intérieure, l'usage d'un procédé simple, peu dispendieux et d'un avantage certain. Ils sont

intéressés à conserver long-temps des bras utiles à leurs établissemens; ils s'empresseront sans doute de détruire les routines meurtrières, en faisant contracter aux apprentis des habitudes nouvelles et salutaires. (*Voyez la Note* 12.)

Figure 2.

A Masque avec des yeux de verre.

B Fil-de-fer en spirale, formant le conducteur.

CC Attaches.

D Petit châssis, placé à la fenêtre ou au plancher, avec son ouverture.

Sondes mobiles.

Le succès dans les arts d'imitation dépend ordinairement de l'observation des phénomènes et de la justesse de leur application aux besoins de la société. Cette étude réunit des avantages inappréciables : nous trouvons un guide sûr; nous possédons la source des beautés, des véritables richesses, et le type de toutes les perfections; mais ces aperçus ne sont pas toujours faciles à saisir.

Si la nature se découvre, c'est pour nous convaincre de l'insuffisance de nos moyens : toujours sage et sublime dans ses plans, toujours

infaillible dans les moyens d'exécution, elle marche vers ses fins sans contrainte; après de longues méditations et des efforts pénibles nous voyons que nos travaux n'ont pour résultats que des images imparfaites, véritables monumens de notre faiblesse.

Trop petits pour embrasser ce vaste ensemble, et pour nous élever aux grandes idées de l'ordre général, nous admirons nos arrangemens symétriques; nous nous imaginons être des créateurs dès que la matière est docile à nos lois; nous donnons à nos productions le nom de combinaisons savantes, d'heureuses inspirations : hélas ! laissons ces dénominations pompeuses; bornons-nous à l'honneur de pouvoir être utiles à nos semblables.

En observant le mouvement du poisson qui monte, descend par l'effet de sa vessie natatoire, j'ai cherché à tirer de cette observation quelques conséquences avantageuses.

On voit les poissons monter et descendre, se tenir dans les eaux à une hauteur indéterminée; tous, à l'exception des raies et des pleuronètres, ont un organe intérieur situé dans la partie la plus haute de l'abdomen; la vessie natatoire occupe toute la longueur

de cette cavité ; elle se trouve partagée en deux lobes creux, qui communiquent ensemble; au milieu ou à l'extrémité de la vessie aboutit un petit tuyau, appelé *canal pneumatique*, qui sert à transmettre un gaz qui gonfle cette partie, l'étend, la rend plus légère, et donne au poisson la faculté de s'élever du fond du liquide à la surface.

Les balistres, les tétrodons ont une autre propriété; ils enflent à volonté la partie inférieure de leur vessie, et se procurent ainsi un accroissement de volume qui diminue leur pesanteur spécifique. Il en est de cette faculté comme de celle de dilater la vessie natatoire.

L'observation de ce phénomène peut donner lieu à quelques applications utiles.

On sait que l'asphyxie par submersion a toujours lieu à des profondeurs moyennes ; il est intéressant de porter le secours à l'endroit du péril, et d'imiter le mouvement des victimes qui montent, descendent en luttant contre la mort : le plongeur qui veut porter des secours doit donc aussi parcourir les degrés de la ligne verticale, varier la pesanteur spécifique, et présenter une sorte de sonde mobile.

C'est d'après cette idée qu'est tracée la *Figure* 3.

A Enveloppe en soie ou cuir mince, gommé, vernissé, imperméable à l'eau, pouvant déplacer un volume de huit kilogrammes; le grand diamètre est de trois décimètres.

B Cylindre ou boîte à charnière, de deux décimètres de diamètre, pour préserver l'enveloppe des chocs et autres accidens.

C Long tuyau en gomme élastique ou en fil-de-fer, tourné en spirale, revêtu de peau d'anguille et de cuir vernissé.

D Embouchure pour communiquer l'air dans le réservoir : cette intromission pourrait avoir lieu par l'insuflation; on sait par expérience que la force d'impression de l'air est toujours en raison des diamètres des canaux.

Le plus léger effort d'expiration dans un tube de huit millimètres de diamètre suffit pour enlever un poids de vingt kilogrammes. En examinant le grand ouvrage de Leupold, intitulé : *Theatrum machinarum,* j'ai trouvé un appareil propre à apprécier les quantités pondérales qu'un homme peut élever par l'effet du poumon en soufflant dans les petits

canaux communiquant à un réservoir; le poids enlevé est de cinquante kilogrammes.

La sonde est sans doute une imitation très-imparfaite du phénomène : nous sommes toujours à une distance infinie du modèle toutes les fois que nous voulons copier la nature; cette théorie, séduisante au premier coup d'œil, peut d'ailleurs offrir des difficultés dans l'exécution. Cette sonde peut être remplacée par une ceinture de neuf décimètres de longueur sur une largeur de deux décimètres cinq centimètres avec ses courroies et attaches; au dos est un anneau pour attacher une corde en crin de trente mètres de longueur. On se sert de ce procédé dans toutes les écoles de natation : le plongeur, muni de cette ceinture, se précipite avec confiance au milieu des dangers. Cet appareil pourrait être déposé dans tous les lieux où l'art du plongeur est inconnu, et les malheurs fréquens.

La difficulté de se procurer sur-le-champ ce moyen simple et salutaire fit périr un grand nombre de victimes intéressantes dans la catastrophe affreuse qui eut lieu en France le 6 mai 1805 : une barque, portant vingt-deux jeunes demoiselles et leurs institutrices,

était coulée à fond dans un endroit dangereux de la petite rivière de Serres; des plongeurs se jettent avec courage dans le torrent, et parviennent à ramener quelques personnes; d'autres se précipitent : ils tardent à se montrer; bientôt l'alarme redouble; on entend de toutes parts retentir ce grand cri : *Au secours! des cordes!* On se hâte, on cherche au loin; on trouve, on arrive : hélas! il n'est plus temps; les plongeurs et les victimes ne reparaissent point!

Figure 4.

A Ceinture. *B* Attaches, Courroies. *C* Anneau. *D* Corde en crin.

En retraçant cette série d'expériences, j'ai été dirigé par de bonnes intentions, des principes solides, des faits exacts : puisse ce travail réveiller les idées, fixer l'attention sur une branche de secours aussi importante! Et si l'on parvient à sauver quelques victimes, j'aurai reçu le prix de mes recherches.

FIN DU TEXTE.

NOTES.

(1) Dans un rapport intéressant lu à l'Institut de France, M. Dupuytrin a prouvé, d'après une série d'expériences, que l'acte de la respiration dans l'état de santé s'exerce sous l'influence des nerfs qui se distribuent au poumon, sous celle du cerveau, d'où ils proviennent, et par conséquent sous l'influence de la vie, dont l'action des nerfs et du cerveau n'est qu'une condition.

Il en est de la respiration comme de toutes les autres fonctions; une cause première, qui tient à la vie, préside à son exercice; elle détermine et règle le jeu des affinités chimiques. C'est de cette cause première qu'il faut partir dans l'examen de la respiration comme dans celui de toutes les autres fonctions pour bien apprécier leurs phénomènes physiques, mécaniques ou chimiques, et pour bien juger de leurs altérations.

Voici les faits qui ont produit ces conclusions rigoureuses :

1°. Si l'on coupe à la fois les deux nerfs qui tiennent,

la respiration sous leur dépendance, la mort est le résultat de cette section;

2°. Cette section détermine une asphyxie qui se prolonge suivant l'espèce d'animal soumis à l'expérience.

3°. Cette asphyxie est caractérisée par les symptômes même de l'affection qui se déclare après la section des nerfs, et surtout par la couleur noire et presque charbonneuse que prend le sang des artères et celui des veines.

4°. Pendant que dure cette asphyxie l'air ne cesse pas un instant de pénétrer dans les poumons, et le sang de les traverser; ce qui démontre que ce n'est pas par la suspension des mouvemens de la poitrine, ni par celle des mouvemens du cœur, mais bien par la suspension de l'action des poumons que cette maladie survient.

5°. Une simple compression des nerfs de la huitième paire, continuée pendant un temps très-court, produit les mêmes effets.

M. Vicq-d'Azyr, dans son *Traité des Sciences physiologiques*, fait observer qu'on a vu le cerveau, mis à découvert, s'abaisser pendant la respiration, et s'élever dans le temps de l'expiration.

(2) L'effet d'un travail quelconque a pour mesure un poids égal à la résistance qu'il s'agit de vaincre, multiplié par la vitesse et par le temps que dure l'action; en d'autres termes, l'effet du travail a pour mesure le produit de cette résistance multipliée par l'espace que cette résistance aura parcouru dans un temps donné. Si l'on élève dix kilogrammes à un mètre, ou un kilogramme à dix mètres, on a les mêmes résultats; en dernière analise c'est toujours un poids d'un kilogramme élevé dix fois à la hauteur d'un mètre.

On sait qu'on a élevé l'effort journalier des hommes dans tous les genres de travaux à un poids de 1,728,000 élevées à un pied; ce qui revient à 274,701 kilogrammes élevés à un mètre; quand l'homme porte une charge de 68 kilogrammes, la quantité d'action journalière a été représentée par 109 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Sans doute s'il s'agissait de déterminer la charge qui donne le *maximum* d'effet utile, il faudrait calculer la diminution d'action à mesure que la charge augmente, et chercher un terme de comparaison entre le *minimum* et le *maximum* d'action, etc. (*Mém. de l'Institut*, tom. 10.)

(3) La perte de poids qu'éprouve un individu qui ne se livre pas même à des travaux de corps très-pénibles, varie depuis onze grains par minute jusqu'à trente-deux; c'est à dire, en vingt-quatre heures, depuis une livre onze onces quatre gros jusqu'à cinq livres. Dans cet effet total, sont confondus les effets de la transpiration cutanée, de la transpiration pulmonaire et de la respiration.

En prenant à cet égard une moyenne, autant toutefois que cet objet en est susceptible, la perte de poids total est de dix-huit grains par minute; et en supposant qu'elle se continuât uniformément sur ce pied, elle serait d'une once sept gros par heure, et de deux livres treize onces en vingt-quatre heures.

De ces deux livres treize onces il appartient à la transpiration cutanée.... 1 liv. 14 onces.

Et aux effets de la transpiration..... 0 15

TOTAL..... 2 13

En décomposant les effets de la transpiration, toujours dans la supposition moyenne ci-dessus, on trouve,

1°. Qu'un homme consomme en vingt-quatre heures 38,413 pouces cubes d'air vital, c'est à dire un peu plus de vingt-deux pieds cubes, ou trente-trois onces un gros dix grains;

2°. Que de cette quantité il en est employé à former de l'eau un peu plus de... 13 pieds cubes.

Et à former l'acide carbonique un peu moins de 9

TOTAL..... 22

3°. Que le volume de gaz acide carbonique qui se dégage de ses poumons pendant vingt-quatre heures est de 14,930 pouces cubes, c'est à dire d'environ huit pieds six pouces cubes, lesquels sont composés de

	liv.	onces.	gros.	grains.
Carbone.....	0	5	7	0
Oxigène.....	0	12	0	4
TOTAL.....	1	1	7	4

4°. Que le poids de l'eau qui se forme dans ses poumons pendant vingt-quatre heures est d'une livre sept onces cinq gros quatre-vingts grains, lesquels sont composés de

	liv.	onces.	gros.	grains.
Hydrogène.....	0	3	3	10
Oxigène.....	1	4	2	10
TOTAL.....	1	7	5	20

5°. Que la quantité d'eau qui se dégage, toute formée par la transpiration pulmonaire, est de cinq onces cinq gros soixante deux grains en vingt-quatre heures.

6°. Qu'enfin, réunissant ensemble l'eau qui se dégage en vingt-quatre heures par la transpiration cutanée, qui est de.....

	liv.	onces.	gros.	grains.
	1	14	0	0
Celle qui se dégage par la transpiration pulmonaire, qui est de.	0	5	5	62
La quantité de carbone qui se consomme dans le même temps, qui est de.....	0	5	7	0
Et la quantité d'hydrogène, qui est de	0	3	3	10
On a pour la perte de poids totale qu'éprouve un homme en vingt-quatre heures.....	2	13		

(4) L'air ayant été condensé dans un vase, on demande la vitesse avec laquelle il sortira par le petit orifice C, en supposant qu'il se répande dans un air environnant, plus rare que lui, et d'une étendue infinie, telle qu'on peut toujours l'attribuer à l'atmosphère par rapport à ce vase.

Nommons D la densité de l'air extérieur; F sa force élastique; Q la densité initiale de l'air intérieur, ou de l'air contenu dans le vase, et par conséquent $\frac{QF}{D}$ sa force élastique initiale; q la densité de l'air intérieur après un certain temps t, et par conséquent $\frac{qF}{D}$ sa force élastique correspondante; M la petite *masse d'air initiale*, qui sort par l'orifice; V sa vitesse; m la petite masse d'air qui sort après le temps t; u sa vitesse; l'air extérieur opposant cons-

tamment la résistance F, à la sortie de l'air extérieur, il est évident que la force expulsive initiale de l'air intérieur est $\frac{QF}{D} - F$ ou $\frac{(Q-D)F}{D}$, et que sa force expulsive après le temps t est $\frac{(q-D)F}{D}$ Or, les forces expulsives sont comme les quantités des mouvemens qu'elles produisent dans le même temps ; ainsi on a

$$\frac{(Q-D,F}{D} : \frac{(q-D)F}{D}$$

$$:: MV : mu$$

Mais les masses M et m sont comme les produits de leur densité par leurs volumes ; et ces volumes sont comme les produits de l'orifice par les vitesses. Donc

$$\frac{(Q-D)F}{D} : (q-D)F \quad :: \quad QV^2 : qu^2 ;$$

ce qui donne $v = V \times \frac{\sqrt{Q(q-D)}}{q(Q-D.)}$

On voit qu'on aura $o = o$, ou que l'air cessera de couler lorsqu'on aura $q = D$. Il est utile d'observer que si on avait $D = q$, il n'y aurait point du tout de mouvement, puisqu'alors sa force répulsive initiale $(Q-D)F$ étant nulle, la vitesse initiale V serait aussi nulle.

COROLLAIRE.

Supposons par exemple $Q = 10\,D$, $q = 9\,D$, et que la pression de l'atmosphère ou la force élastique F soit équivalente au poids d'une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur, la force expulsive $\frac{(Q-D)F}{D}$ de

l'air équivaudra au poids d'une colonne d'eau de 9×32, ou de 288 pieds de hauteur; et comme l'air que cette force fait sortir par l'orifice est 850 fois moins dense que l'eau, il s'ensuit que l'écoulement initial est le même que si l'air était alors chassé par la pression d'une colonne d'air partout de même densité que lui, et de 85 fois 200 pieds ou de 24,480 pieds de hauteur, et que par conséquent la vitesse V est due à cette hauteur; donc la vitesse V pour une seconde sera de 30 pieds $\times \frac{\sqrt{24\,440}}{\sqrt{15}}$ et la vitesse u, aussi pour une seconde, sera de 30 pieds $\times \frac{\sqrt{24\,480}}{\sqrt{15}} \times \frac{\sqrt{80}}{\sqrt{81}}$

Ainsi on aura à peu près $V = 1212 - u = 1204$ pieds.

(5) Les expériences de M. Bossut peuvent servir à trouver le rapport suivant lequel les dépenses diminuent. En effet, ayant pris la droite AG (*Fig.* 5, *Série* 4.) pour représenter l'un des tuyaux, et l'ayant partagée en six parties égales AB, BC, CD, DE, EF, FG, qui expriment les divisions du même tuyau, imaginons que les dépenses à l'origine A, et aux points suivans B, C, D, *etc.*, sont exprimées par les perpendiculaires AH, BI, CK, *etc.*, et faisons passer par les points H, I, K, *etc.*, la courbe $HI\,KLMNO$. Les dépenses étant liées entr'elles par la loi de continuité qui a lieu dans toute la nature, l'ordonnée quelconque PQ, prise en-deçà ou en-delà du point G, exprimera la dépense correspondante au

point P du tuyau. Nous ne connaissons pas *à priori* la nature de la courbe proposée, et par conséquent nous ne pouvons pas la tracer en rigueur; mais on peut lui en substituer une autre connue, qui passe par les points H, I, K, L, M, N, O, et qui n'en différera pas sensiblement.

Supposons l'abscisse indéterminée $AP = x$, l'ordonnée correspondante $PQ = y$; et prenons $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6$, pour l'équation de la nouvelle courbe dont il s'agit. Dans cette équation, les coëfficiens a, b, c, d, e, f, g sont indéterminés; mais on les connaîtra en observant que $x = o$ donne $y = AH$; $x = AB$, donne $y = BI$; $x = AC$, donne $y = CK$; $x = AD$, donne $y = DL$; $x = AE$, donne $y = EM$; $x = AF$, donne $y = FN$; $x = AG$, donne $y = GO$.

(6) On sait que la surface d'un cercle est égale au produit du carré de son rayon multiplié par le nombre constant π qui représente la circonférence dont le diamètre, est 1 ou le rapport de la circonférence au diamètre. Or, on sait que le rapport de la circonférence au diamètre est compris entre $3\frac{10}{70}$ et $3\frac{10}{71}$; on peut donc regarder $3\frac{10}{70}$ ou $3\frac{1}{7}$ comme une valeur déjà approchée du nombre constant représenté par π.

Cela posé, passons à l'application de la formule de M. Legendre pour la solidité d'un tronc de cône, qui est $\frac{1}{3}\pi \times OP(\overline{AO}^2 \times \overline{DP}^2 \times AO \times DP)$.

Dans cette formule on connaît $\pi = \frac{22}{7}$, $OP =$ la hauteur du tronc de cône, $OA =$ le rayon de la base

inférieure, DP = le rayon de la base supérieure; substituant pour OP, OA, DP, leur valeur qui est dans l'exemple proposé $6 = OP$, $3 = OA$, et $\frac{3}{2} = DP$, la formule ci-dessus se changera en $\frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times 6(9 + \frac{9}{4} + 3 \times \frac{3}{2})$, et représentera la solidité du tronc de cône proposé, dont la hauteur aurait 6 pieds, la base inférieure 6 pieds de diamètre, et la base supérieure 3 pieds de diamètre; effectuant le calcul on aura pour résultat 99 pieds cubes, qui, rapportés aux nouvelles mesures, donnent 3 mètres 4 décimètres.

(7) On obtiendra la lumière sous l'eau, en supprimant l'oxigénomètre, en employant l'air renfermé dans la cloche : à cet effet il est nécessaire d'avoir un petit tuyau communiquant à la surface extérieure, et servant à dégager les produits de la combustion : l'orifice pour l'air doit être infiniment petit. On peut aussi faire usage de l'air comprimé.

(8) Il paraît difficile de retirer du fond d'une mer profonde un thermomètre pour en prendre la température, sans que ce thermomètre reçût quelques impressions de la température des eaux intermédiaires pendant le temps, toujours un peu long, qu'on emploierait pour le ramener à la surface.

Le savant physicien Michelli avait essayé de surmonter cette difficulté par le moyen d'un thermomètre d'une construction particulière; mais il ne remplissait pas encore son objet avec assez d'exactitude. Le célèbre Saussure en a fait construire un qui, étant entouré d'une enveloppe de cire de trois pieds d'épaisseur, renfermé dans une boîte de bois

fort épaisse, exige l'espace de plusieurs heures pour participer à la température des milieux environnans.

C'est avec cet instrument que ce savant observateur a pu reconnaître avec certitude la température qui règne au fond des eaux les plus profondes, où il le descendait le soir; c'est par ce moyen qu'il a reconnu que dans les plus fortes chaleurs de l'été la température du fond des lacs des Alpes n'est que de trois à quatre degrés au-dessus du terme de la glace, quoique l'eau de leur surface fût à la température de l'atmosphère.

C'est avec le même thermomètre qu'il a fait ses observations sur la température de la Méditerranée vers plusieurs points de la côte de Gênes.

Le 7 octobre, à quelques distance au sud du Cap de Porto-Fino, à huit lieues à l'est de Gênes, il fit descendre son thermomètre jusqu'à la profondeur de 860 pieds, où se trouva le fond; le lendemain quand il le retira il marquait dix degrés $\frac{1}{10}$; la température de la surface de la mer était à 16,5; celle de l'air à 15,3.

Le 16 du même mois d'octobre, à six heures du soir, il descendit son thermomètre à 1,800 pieds de profondeur près de la côte de Nice, en avant du Capdella Causa: le lendemain, à 7 heures du matin, il trouva que ce thermomètre lui apportait, précisément comme à *Porto-Fino*, dix degrés $\frac{1}{10}$; la température de la surface de la mer était à 16,5, à fort peu de chose près la même que le jour précédent, où elle était à 16,4.

Il paraît, d'après ces expériences, que la température du fond de la mer est la même que celle de

l'intérieur de la terre, constamment aux environs de dix degrés.

(9) Corail *coraillum*, genre de polypier, dont le caractère est d'avoir la substance intérieure pierreuse; solide, il ressemble à un arbrisseau sans feuilles; on lui voit une large base qui l'attache fortement aux rochers. La plus grande hauteur d'un arbre de corail dans la Méditerranée est d'environ un pied et demi; son plus grand diamètre est de huit lignes.

Dès qu'on le tire de l'eau tous les polypes se contractent, se replient sur eux-mêmes; la bouche se referme.

De tout temps le corail a été l'objet de l'industrie: aujourd'hui il est principalement exploité par les habitans de Marseille, de la Catalogne, de la Corse; la pêche a lieu autour de la Sicile dans la mer Adriatique; elle est plus ou moins heureuse, suivant l'habileté des pêcheurs.

Les corailleurs ou pêcheurs de corail emploient pour cette pêche une machine qu'on appelle *salabre*, consistant en deux forts bâtons mis en croix, au point de réunion desquels est attachée d'un côté une corde fort longue, et de l'autre un boulet ou corps pesant; à chacune des extrémités est fixé un filet de ficelle à larges mailles, fait en forme de bourse ouverte; les bâtons sont garnis d'étoupes pour entortiller les branches du corail.

Le corail se pêche souvent à trente mètres de profondeur: on le travaille à Marseille pour être débité

en Orient; on en garnit les armes des guerriers; il sert de parure aux femmes, et de chapelet aux Arabes dévots.

Avicule perlière, moule mère-perle. C'est dans son intérieur qu'on trouve cet tubercule d'un blanc argentin, tantôt isolé, tantôt adhérent; il y avait plusieurs endroits dans l'Inde où l'on s'occupait spécialement de la pêche des perles; savoir, dans le golfe Persique, autour de l'île de Ceylan, sur les côtes du Japon.

Les plongeurs, pour retirer ces avicules, descendent dans une corbeille lestée d'une pierre, après avoir détaché une certaine quantité de coquilles, quand ils ne peuvent plus se passer d'air, ils agitent les cordes qui les tiennent suspendus; on les retire.

Le plus grand nombre ne peut travailler plus d'un demi-quart d'heure.

On étend ces coquilles à l'air; on recherche les perles qui peuvent convenir.

On sait que l'infection des coquilles est meurtrière aux habitans à une certaine distance du bord de la mer.

(10) On a souvent proposé de faire usage de l'air atmosphérique, et de l'attirer dans la cloche à l'aide d'une pompe; on a tenté de placer le plongeur dans une enveloppe, afin de l'isoler, s'il était possible, des effets de l'air condensé. Je n'exposerai point ces diverses combinaisons, me bornant au moyen de perfectionnement que j'ai indiqué.

(11) Il parait que les feuilles rendent à l'air une partie du gaz oxigène que la vie animale et diverses autres circonstances lui enlèvent.

Les feuilles sucent dans l'air l'eau qu'elles y peuvent trouver ; c'est la rosée qui leur rend leur fraîcheur quand elles ont été fanées, et les feuilles qui touchent l'eau y conservent long-temps la vie.

Elles sont nourries dans l'air par la vapeur de l'acide carbonique qu'elles y sucent.

Elles en fournissent d'autant plus, que l'eau où elles sont plongées est plus imprégné d'acide carbonique.

(12) On remplace avec les mêmes avantages et plus d'économie le minium en broyant des cassons de verre blanc ; on mêle la poussière avec l'argile grasse : ce procédé est employé dans les poteries de Normandie et du comtat Venaissin.

FIN DES NOTES.

TABLE

DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

SECTION PREMIÈRE.

Services rendus par la chimie. — But de cet ouvrage. Pages 19 et suiv.

SECTION II.

Travaux des anciens. — Origine des appareils flottans. — Allégories. 24. — Descriptions transmises par Pline, Végèce, etc. 26 et 27.

SECTION III.

Travaux des modernes. — *Ars urinatoria* inventé en Allemagne. — Procédé de Sturmius. 28, 29 et suiv. — Art du plongeur, extrait de Gambers. — Cloche de M. Halley. 32 et suiv. — Appareils de Trieval,

Spalding. 39 et 40. — Appareil de Borelly. 44. — Analise du Traité de M. de la Chapelle sur la construction du scaphandre. 47 et suiv. — Mode de construction. 49. — Moyen d'exécution. 50. — Usages. 57 et suiv. — Spencer anglais; moyen de perfectionner cet appareil. 63 et suiv. — Vaisseaux sous-marins; dissertation de l'évêque de Chester. — Note sur le vaisseau plongeur de M. Bushnel. 66 et suiv. — Idée sur l'invention de M. Fulton. 79 et suiv. — Dissertation contre l'usage des bateaux sous-marins comme moyens militaires. 87 et suiv. — Bateau de secours. 96 et suiv. — Nouvelles balises. 114 et suiv. — Application du principe de ces constructions. 125.

SECONDE PARTIE.

SECTION PREMIÈRE.

Application de la Chimie pneumatique. — Etat de la question. — Notions préliminaires. — Théorie de la décomposition de l'air. 129 et suiv. — Nature des gaz respirables; leurs fonctions dans l'acte de la respiration. 131 et suiv. — Absorption. 134 et suiv. — Oxigénation, expériences. 136 et suiv. — Conditions pour résoudre la question principale. 141 et suiv. — Laboratoire portatif. — Précis d'expériences sur la respiration à vaisseaux fermés. 150 et suiv. — Appareils pneumatiques; dépense par les petits orifices. 156 et suiv. — Des tuyaux de conduite; règle pour leur dépense; formule 157 et suiv.

SECTION II.

Perfectionnement de la cloche. — Expériences sur la compression de l'air sous l'eau. 161 et suiv. — Tables pour déterminer les degrés de la compression de l'air sous l'eau. 166. — Inconvéniens de la cloche du plongeur. — Percussion de l'air dans l'oreille. Difficulté d'obtenir un air pur. 169 et 170. — Etat du plongeur sous la cloche. — Comment peut-il résister à la pression. — Explication des effets de la force vitale. 173 et suiv. — Avantages existans. 180 et 181. — Moyens de prévenir les effets de l'air condensé dans les oreilles, de le renouveler, d'abaisser la température, d'exécuter des travaux. 182 et suiv. — Usage du bateau plongeur pour sauver quelques effets naufragés. 191. — Idée qui a conduit à trouver ce moyen. 194.

SECTION III.

Application de l'appareil respiratoire à la sépulture des pestiférés. 199 et suiv. — Moyens de pénétrer dans les vapeurs fuligineuses, etc. 203 et suiv. — Applications de ces appareils aux travaux ou secours dans les fosses. 208 et suiv. — Usage de l'oxigénomètre pour pénétrer dans les mines. 214 et suiv.

SECTION IV.

Secours aux naufragés sous glace. — Description du traîneau faisant les fonctions de barque. 222. —

Des tubes respiratoires. — Moyens de préserver quelques ouvriers de la colique métallique. 224 et suiv. — Idée d'une sonde mobile; son usage peut être remplacé par une ceinture et une corde en crin. 231 et suiv.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE

POUR L'EXPLICATION DES PLANCHES.

SÉRIE PREMIÈRE.

Figure 1. Ouvrier respirant dans un appareil flexible. *Fig.* 2. Sorte de plastron pneumatique. *Fig.* 3. Plongeur combattant un monstre marin. *Fig.* 4. Bottes. *Fig.* 5. Ceinture pneumatique. *Fig.* 6 et 7. Sondes des anciens. *Fig.* 8. Outre (ajoutée depuis).

SÉRIE II.

Fig. 1. Cloche perfectionnée par M. Halley. BB. plongeurs. C. barillet à air, avec son tuyau et robinet. D. plongeur hors l'enceinte de la cloche. E. effets naufragés. *Fig.* 2. Appareil de Trieval. CC. chaînes et plateau. B. tuyau d'aspiration, pour obtenir un air plus frais dans le bas. *Fig.* 3. Appareil de Spalding. AA. crampons pour arrêter les cordes. D. poids-balance. E. barillet à air. F. tuyau de dégagement de

Digitized by Google

l'air condensé. *Fig.* 4. Mode de construction du scaphandre. AA. coupes du liége à bases ou faces carrées, formant les panneaux. *Fig.* 5. Toiles recouvrant le scaphandre. CC. attaches. *Fig.* 6. Spencer anglais. Ceinture de trois décimètres de diamètre; le cylindre. A. seize centimètres de large. AA. courroies. B. attaches de six décimètres de longueur.

SÉRIE III.

Fig. 1. Coupe sur la longueur du bâtiment de secours. BB. préceintes de vibord. AA. étraves. CC. la quille. DD. place des naufragés. EE. toulets pour les étropes des avirons. P. plafond. *Fig.* 2. Section transversale du bateau. CC. couches de liége formant le revêtement extérieur. RR. remplissage en liége de l'espace intérieur. E. étraves. K. la quille. *Fig.* 3. Chariot de transport, entailles, roulettes pour faciliter le jeu du fond. *Fig.* 4. D. ancienne balise à angle droit, exposée à être submergée par le poids de la chaîne placée à l'extrémité. C. nouvelle balise, ayant son mât au centre, coupée en plusieurs parties, mobile dans sa base comme une girouette. AA. chaînes d'amarrage au plus fort degré de tension, en faisant enfoncer la cloche perpendiculairement, suivant son centre de gravité. B. combinaison de la base. DD. ouverture pratiquée dans la balise pour neutraliser l'action du vent, comme dans les persiennes.

SÉRIE IV.

Fig. 1. Laboratoire portatif de M. de Morveau. A. lampe ordinaire. B. vis de pression. C. roue dentée. D. support en liége arrondi. E. anneau fixé par la vis. F. autre bras. G. bouton de repos. H. pièce mobile à crochet pour fixer les vaisseaux. K. guéridon. L. tablette mobile. M. vis de pression. N. plateau formant le pied du guéridon. OO. rainures pour s'éloigner ou s'approcher du fourneau de la lampe. P. autre guéridon. CC. cuvette. D. oxigénomètre. *Fig.* 2. AA. crochet pour fixer les cordes passant par la poulie. Tonneau contenant quatre cents décimètres cubes. BB. cuvier d'un mètre deux décimètres de diamètre. D. oxigénomètre. E. réservoir pour l'alcali et l'eau de chaux placée dans la partie supérieure : un autre sera aussi placé dans l'intérieur. FF. robinets fermant de l'intérieur. G. places des verres. H. siége. OO. deux poids. *Fig.* 3. A tuyau. B. cercles. C. abscisses.

SÉRIE V.

Fig. 1. A. cloche dont la capacité est de trois mètres quatre décimètres. B. ouvrier. C. réservoirs dont la dimension peut varier. E. échelles. H. poids lestant l'appareil. I. réservoirs pour alléger la cloche par l'effet de l'air comprimé. *Fig.* 2. Appareil pour absorber l'acide carbonique et abaisser la température. A. ouverture pour l'entrée de l'air. B. couches d'alcali ou d'eau de chaux. C. deuxième réservoir pour la

glace pilée. D. vis et attaches. F. conduit pour le retour de l'air. *Fig.* 3. A. réservoir d'oxigène. B. robinet. C. lampe. D. bouton. EE. cylindre. FF. ouvertures. G. réservoir d'eau. H. tuyau de retour.

SÉRIE VI.

Fig. 1 A. Bac pour le plongeur. B. appuis mobiles. *Fig.* 2. Levier. *Fig.* 3. Tarrière. *Fig.* 4. Parties principales du bateau plongeur. AA. couvercle ou entrée de sept décimètres de diamètre. BB. bords pressant sur des cuirs gras. CC. emboîtement. DD. verres. E. traverse en fer. F. tige taraudée de cinq décimètres de longueur. G. vis à écrou pour presser l'ouverture contre la paroi intérieure du bateau. *Fig.* 5. A. fond du bâtiment. BB. verres. CC. branches ou tenailles. E. vis mâle. F. cône faisant partie de la vis, d'une longueur d'un mètre. G. manivelle. *Fig.* 6. Tige taraudée; son jeu laisse échapper un morceau de liége dont l'ascension sert de signal. *Fig.* 7. A. Sphère creuse d'un diamètre de trois décimètres, d'une épaisseur de deux centimètres. B. échancrures de cinq centimètres de large, de quinze centimètres de longueur C. deuxième sphère. E. bras de la rame; longueur, cinq décimètres. F. corps de la rame; longueur, quinze décimètres. *Fig.* 8. Chariot de trois mètres de longueur. B. réservoir d'air de cinquante-deux centimètres de longueur, de trente-quatre centimètres de largeur, et autant de hauteur. C. pompe. E. levier. FG. tuyaux mobiles de vingt mètres

de longueur, aboutissant à l'enveloppe décrite ci-après.

SÉRIE VII.

Fig. 1. A. ouvrier placé dans l'enveloppe, et vu de profil. B. verres et garde-vue. C. moyen de dégagement. D. oxigénomètre. E. place d'une soupape servant quand on emploie l'oxigène ou l'air atmosphérique comprimé. *Fig.* 2. A. ouvrier vu de face. B. ceinture en toile mouillée. C. lumière alimentée du dehors. *Fig.* 3. B. boîte de cinq centimètres de hauteur, et de deux centimètres de diamètre. C. couvercle vissé. D. bout de boyau frais, de trois centimètres de longueur, fixé par un petit filet pour limiter sa dilatation. E. issue pour la sortie de l'air. *Fig.* 4. Pompe à air. E. tige.

SÉRIE VIII.

Fig 1. AA. Traîneau de deux mètres de longueur, de quatre décimètres de large, faisant les fonctions de barque. B. ouverture de la glace. D. marteau. E. coussin. C. Courroie. *Fig.* 2. Moyen de respirer à travers les petits tuyaux. A. masque; soupape de dégagement. B. conduit. C. fil-de-fer en spirale. DD. attaches. E. chassis; ouverture pour respirer hors du bâtiment. *Fig.* 3. AA. Enveloppe en soie gommée. E. cylindre à charnière, dans lequel l'enveloppe est renfermée. F. long tuyau imper-

méable. G. embouchure pour adapter le soufflet. *Fig.* 4. A. Ceinture ou sangle recouverte en étoffe de crin. BB. courroies avec boucles. C. anneau placé au dos. D. corde en crin, dont la longueur est indéfinie.

FIN.

666327

NOTE

pour la réduction des anciennes Mesures aux nouvelles.

Pied vaut.....	3 décimètres 25.
Pouce	2 centimètres 71.
Ligne.....	2 millimètres 25.
Pied cube.....	34 décimètres 24.
Pouce cube.....	19 centimètres 81.
Ligne.....	11 millimètres 47.
Livre vaut.....	4 hectogrammes 83.
Once.....	3 décagrammes 05.
Gros.....	3 grammes 82.
Gramme	3 décigrammes 53.

OBSERVATIONS IMPORTANTES

qui se reportent à la page 202.

Le petit chariot, le réservoir à air, le tuyau, l'enveloppe désignés pour être employés à la sépulture des pestiférés, rappellent une observation d'Howart; il croit que l'approche d'un pestiféré mort est moins dangereuse que quand il est vivant. En Turquie on touche, on transporte les cadavres sans être attaqué de la peste : mais ces expériences ne me paraissent pas suffisantes pour négliger les précautions indiquées; on ne connaît pas assez la nature du fléau pour déterminer les circonstances dans lesquelles il perd son activité.

Ces appareils pourront concourir avec l'acide muriatique oxigéné; ils serviront éminemment au médecin, pour l'isoler de la sphère contagieuse; ils le préserveront de tout danger pendant la durée du pansement des plaies purulentes.

ERRATA.

PAGE 163, ligne 6, terminée; *lisez* terminé.

— 187, — 16, *lisez* C : c' :: DS : ds

— 202, — 12, au lieu de 31 décimètres, *lisez* 51 centimètres.

— 208, supprimez série VIII.

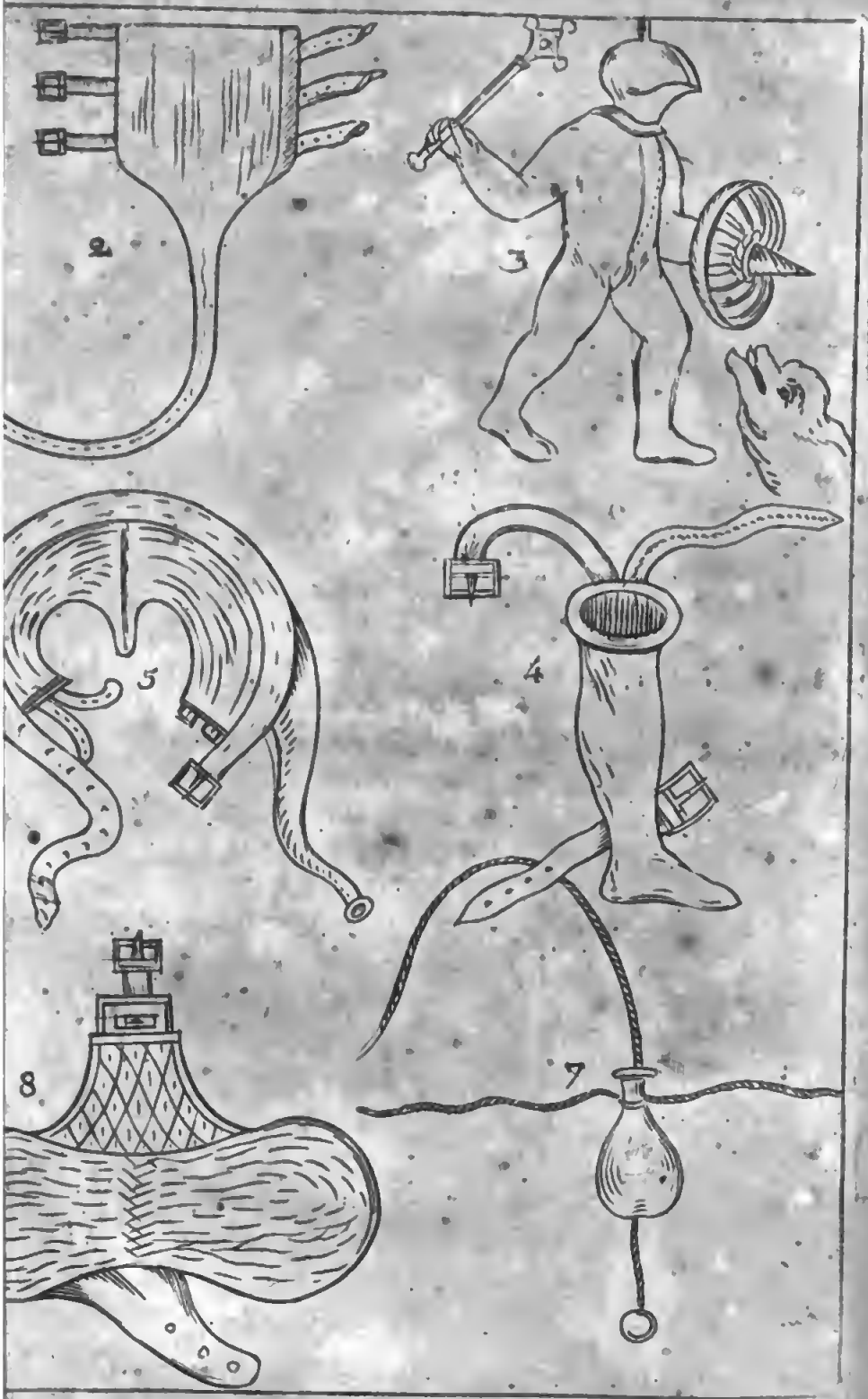
— 212, — 10, hydro-sulfate, *lisez* hydro-sulfure d'ammoniaque.

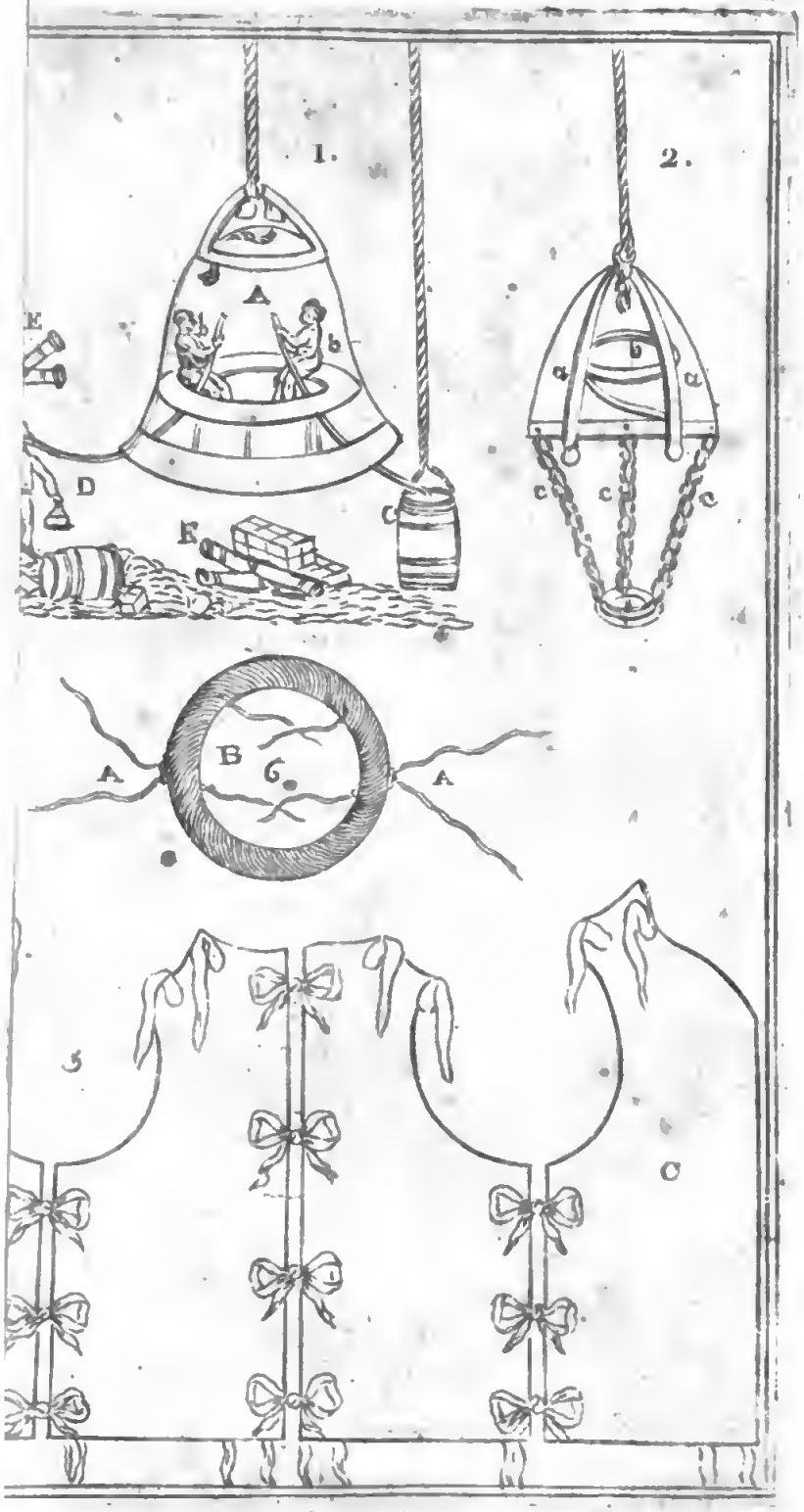
— 214, note 10; *lisez* note 11.

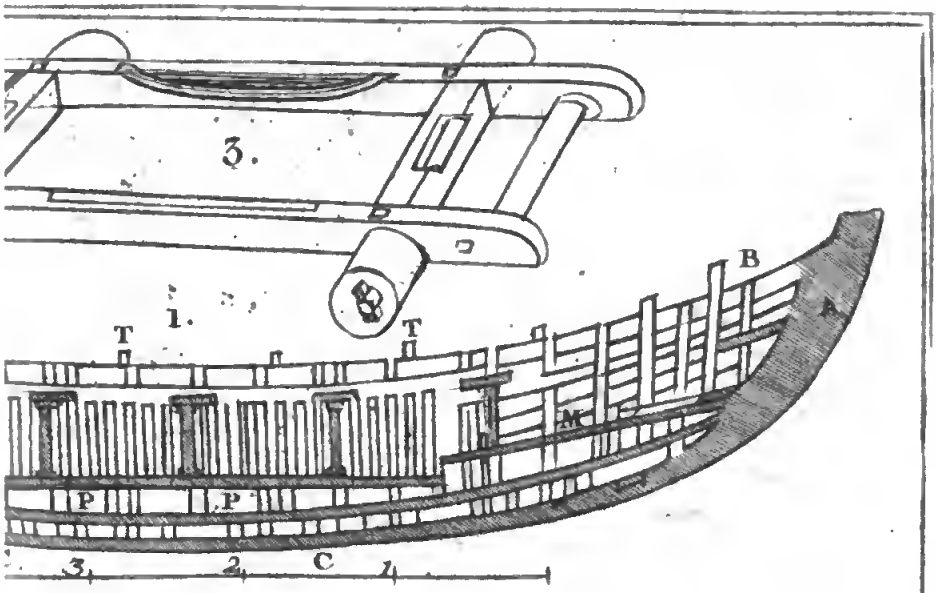
AVIS.

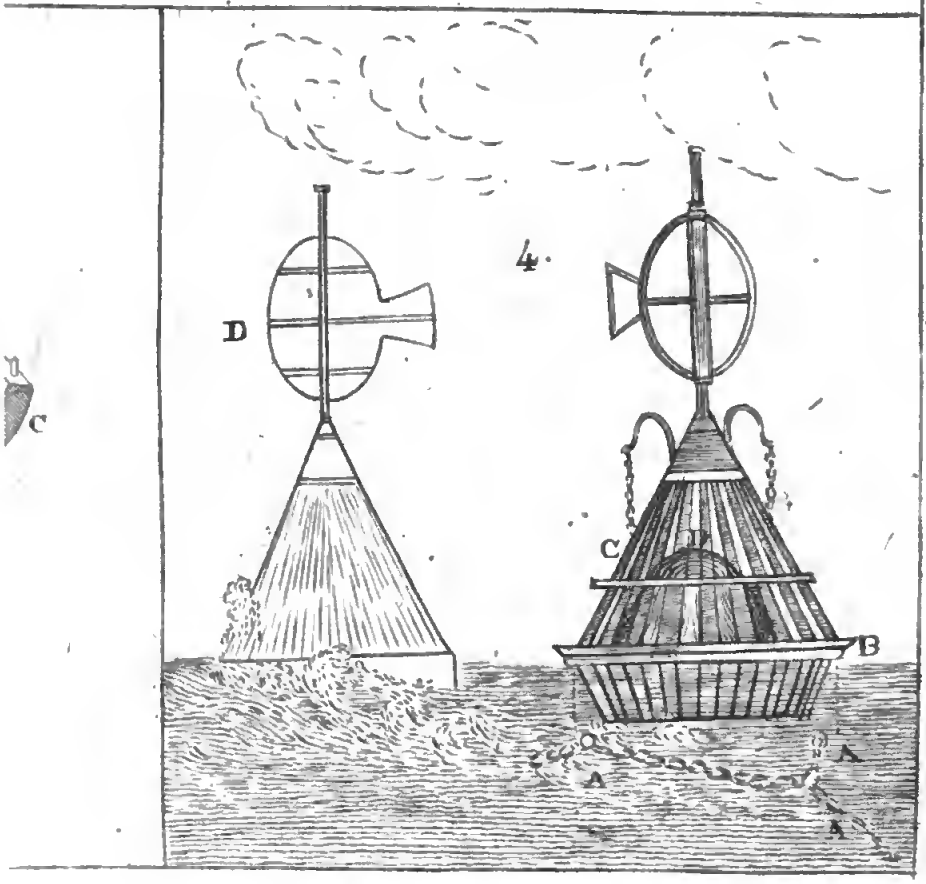
Les mêmes Libraires, *rue Saint-Thomas-du-Louvre*, n°. 30, tiennent un assortiment considérable de bons Livres dans tous les genres, et se chargent de procurer, au plus bas prix possible, tous ceux qu'ils n'ont pas, et qui existent dans la Librairie.

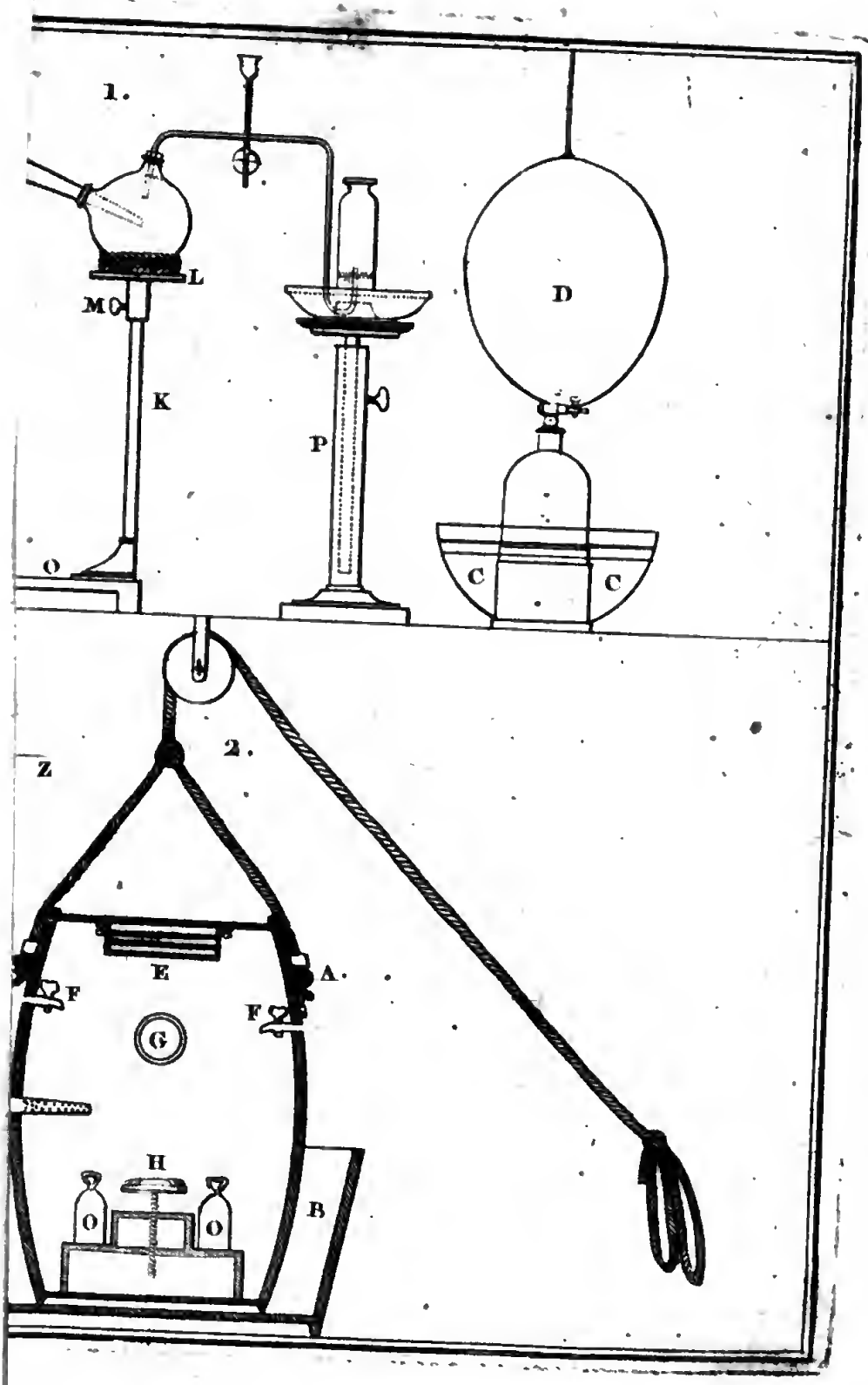
Ils viennent de former, sous la dénomination de *Librairie protestante*, à l'adresse ci-dessus indiquée, un dépôt de tous les livres de piété à l'usage des *Eglises réformées*, tels que *Bibles*, *Testamens*, *Psaumes*, *Sermons*, *Catéchismes*, *Liturgies*, *Recueils de Prières*, etc., dont ils distribuent le Catalogue : ils se chargent aussi de l'impression et du débit des bons Ouvrages qu'on veut bien leur confier.

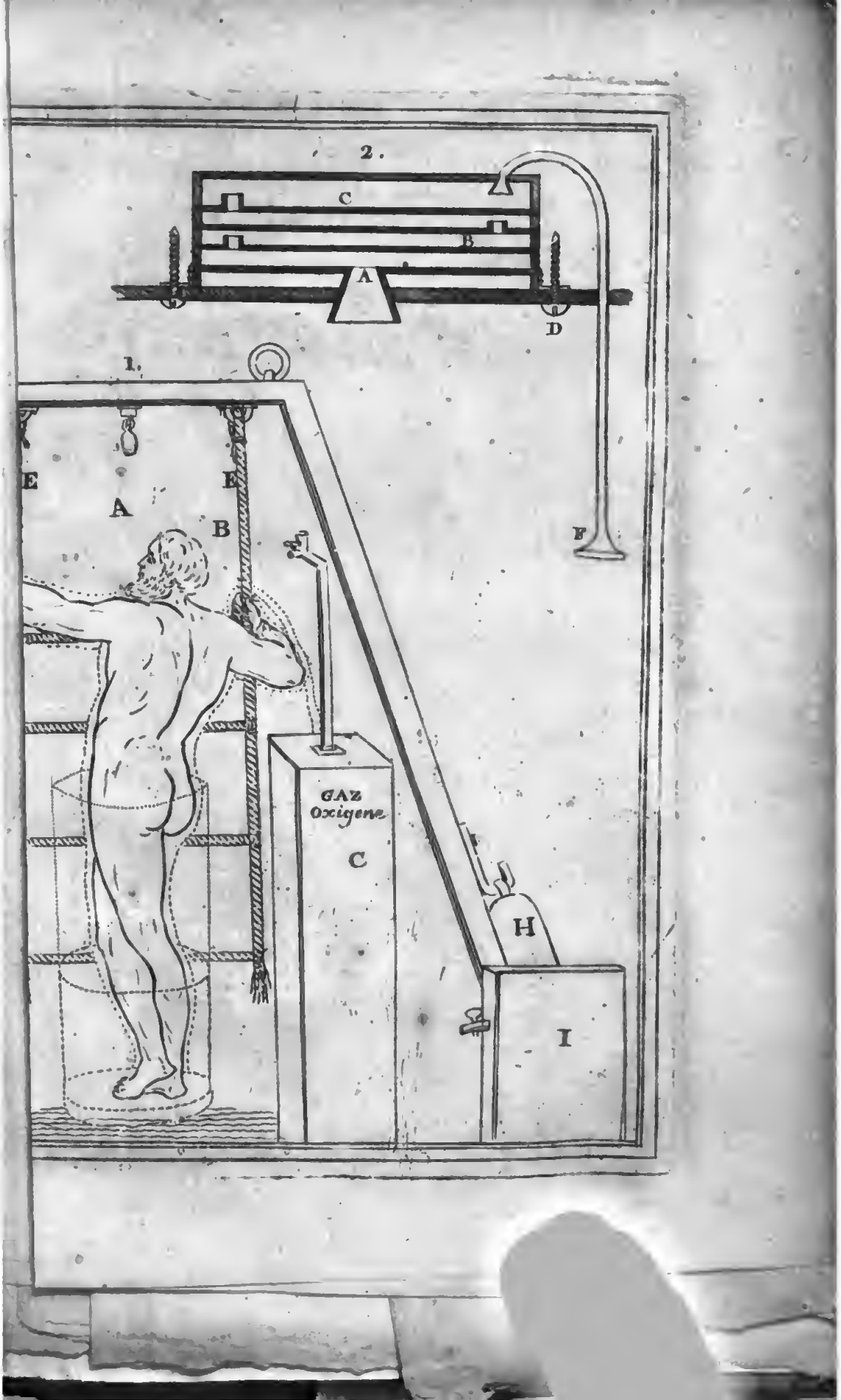

2
3
5
4
8
7

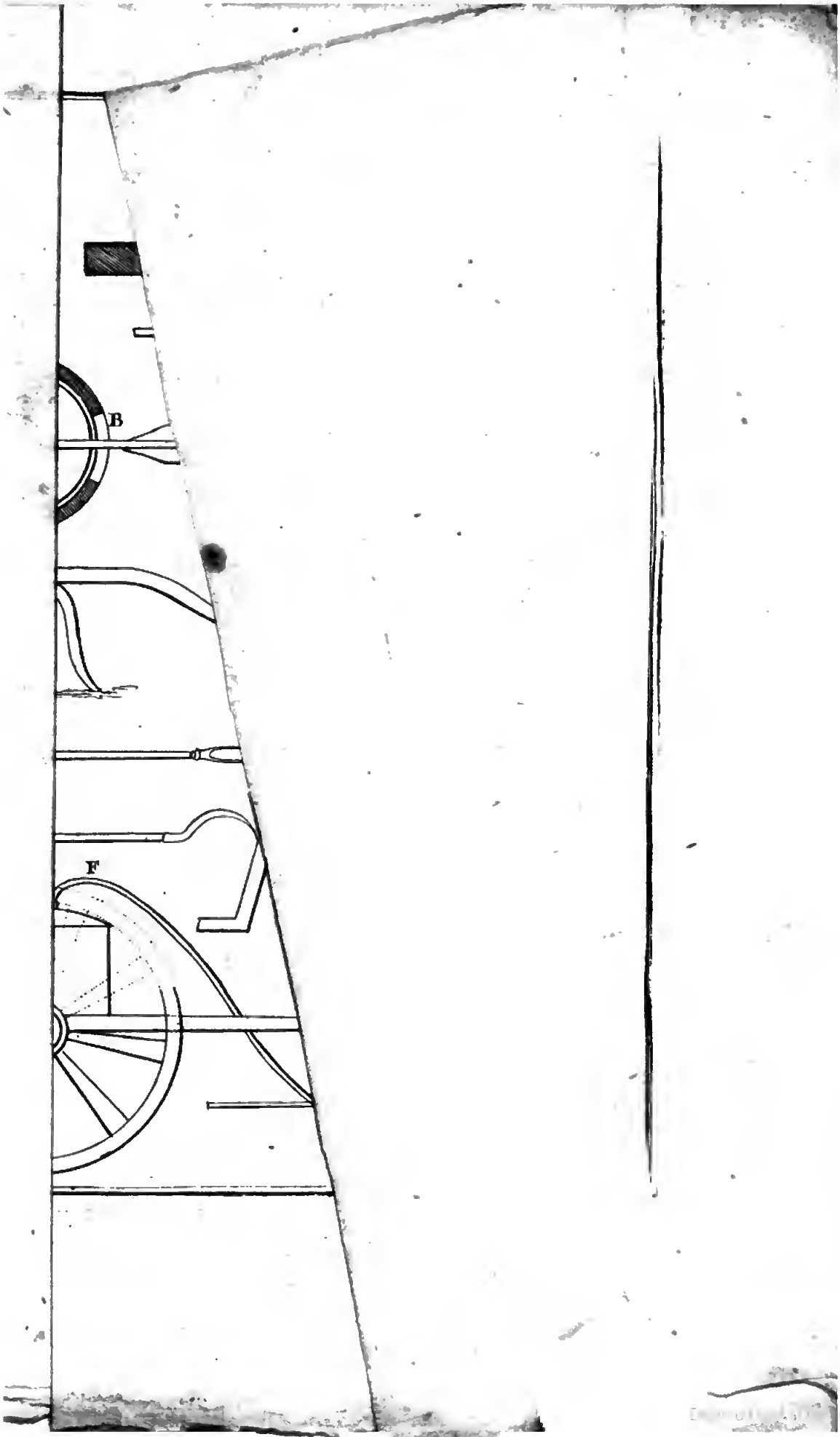

1.
2.
A
b
E
D
C
F
a
b
a
c
c
c
A
B
6
A
3
C

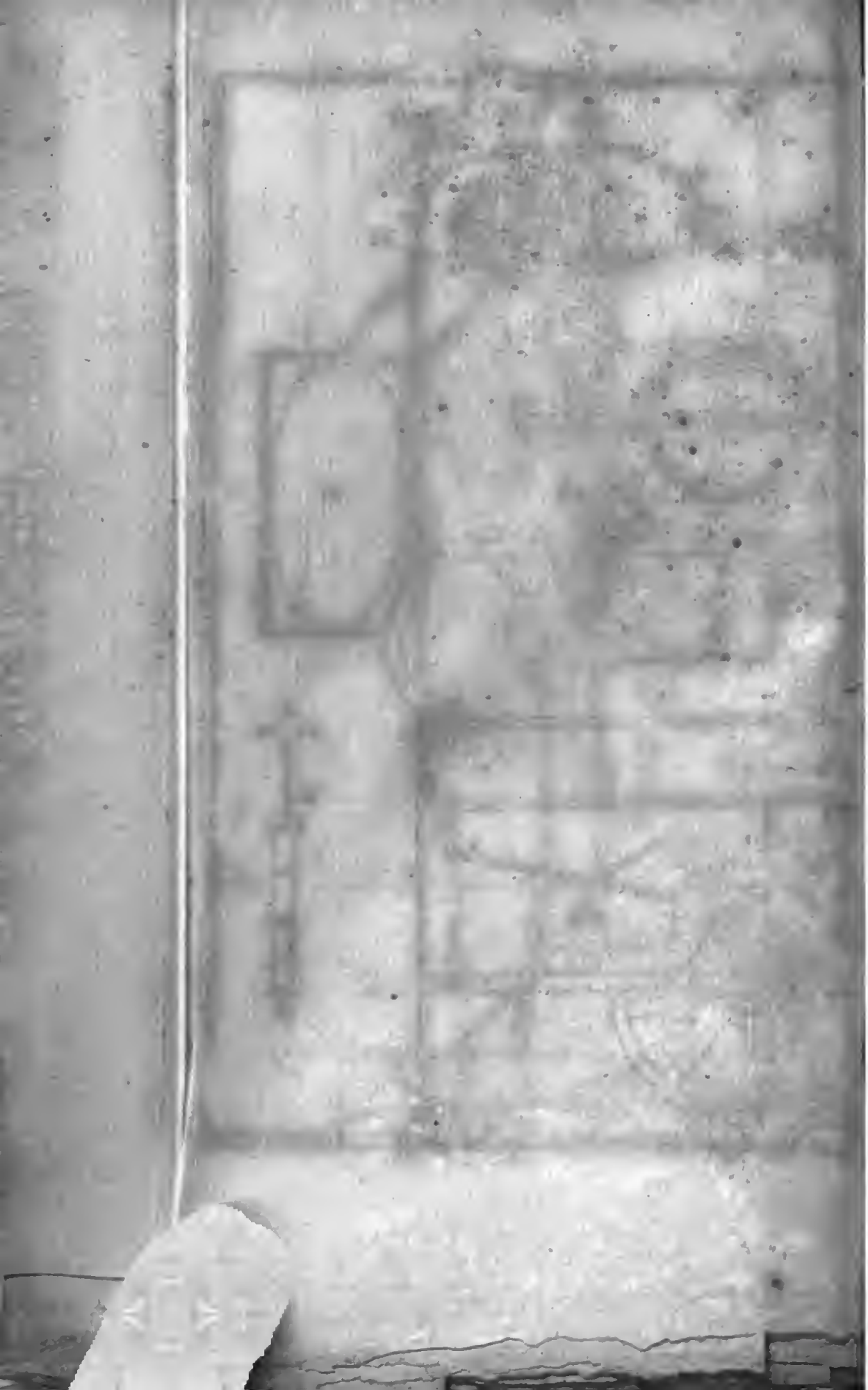

3.
1.
T
T
B
A
M
P
P
3
2
C
1

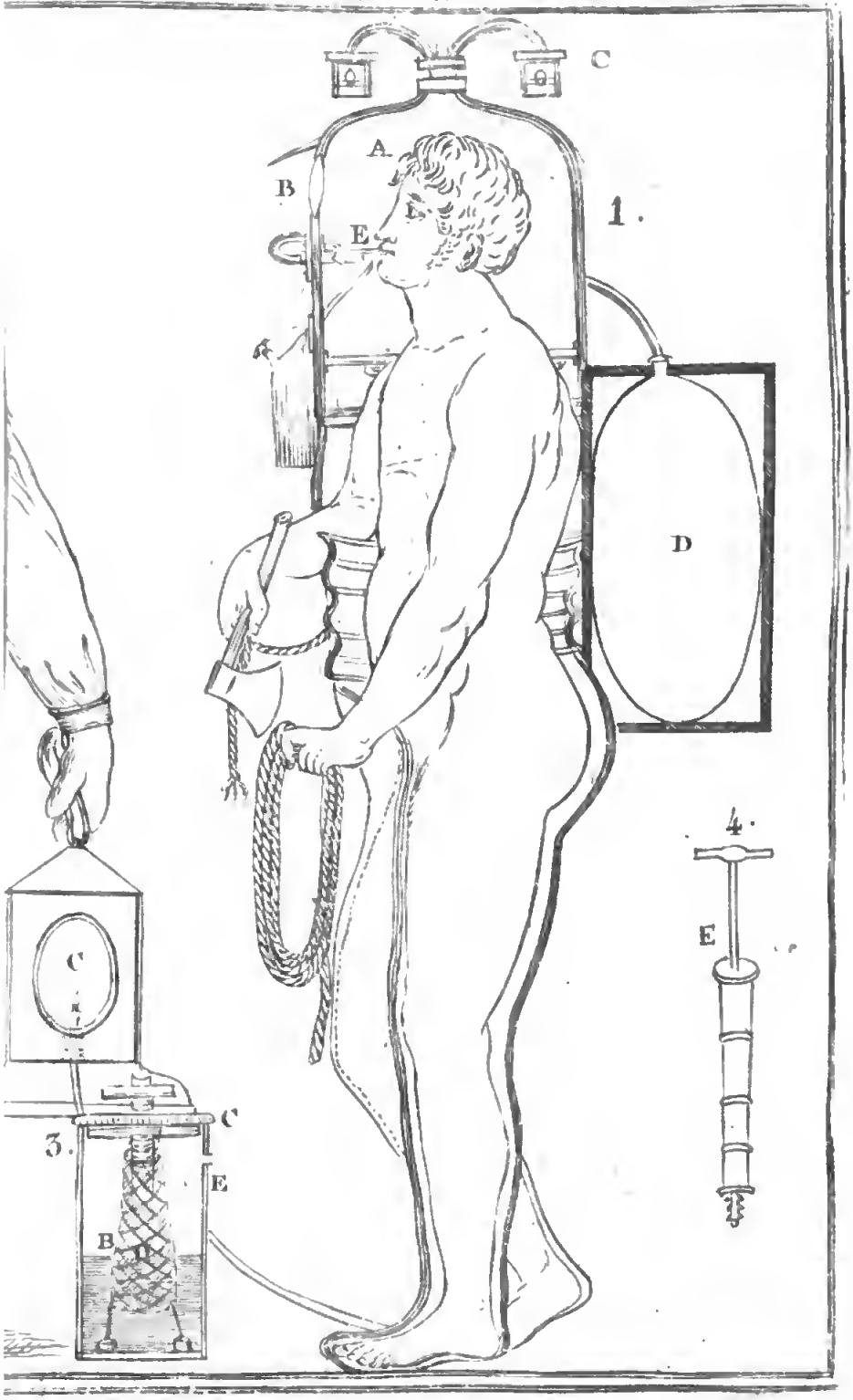

4.
D
C
C
B
A
A
A

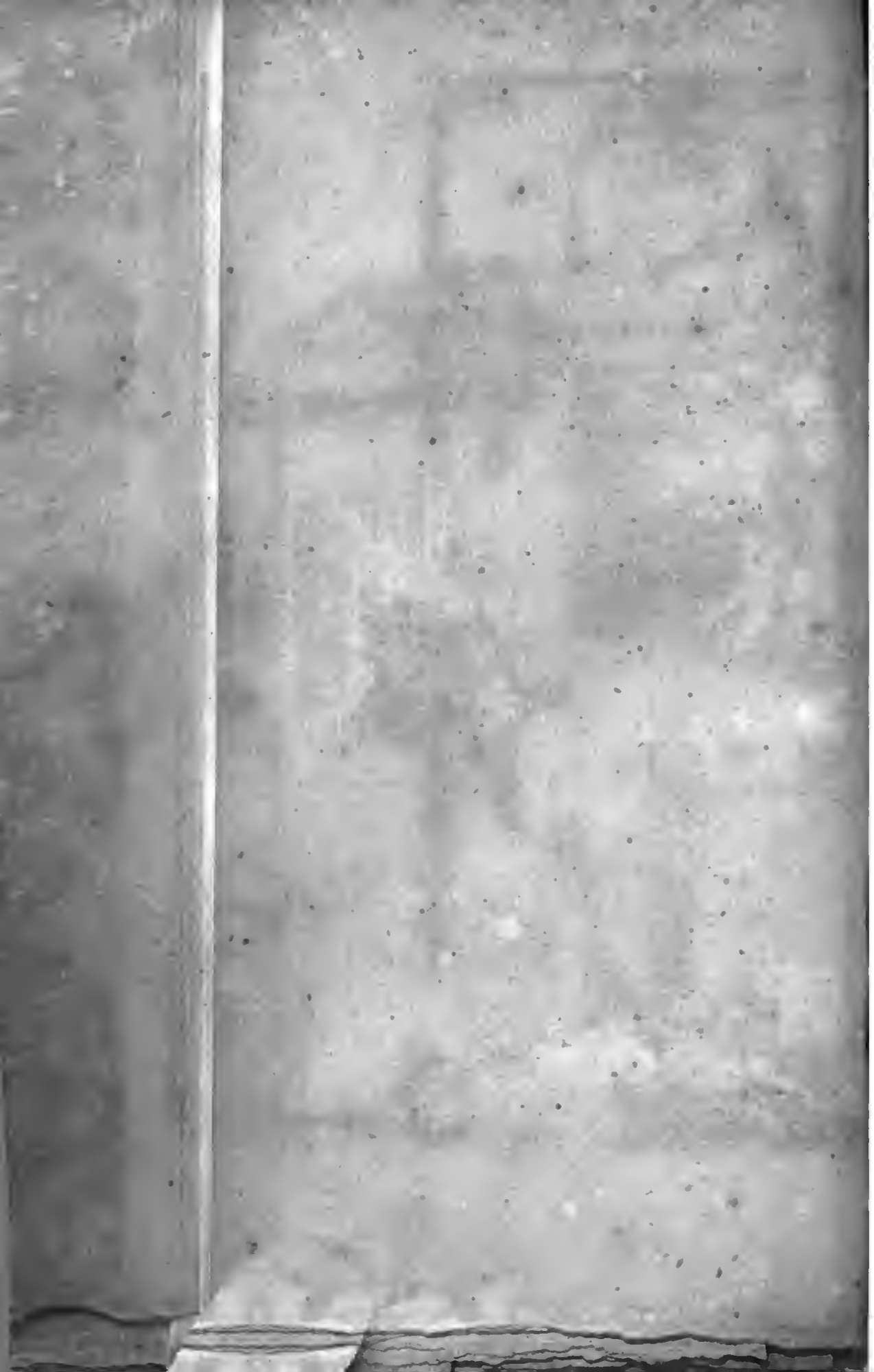

1.
L
M
K
O
P
D
C
C
2.
Z
E
A.
F
F
G
H
O
O
B


2.
C
B
A
D
1.
E
A
E
B
F
GAZ
Oxigene
C
H
I

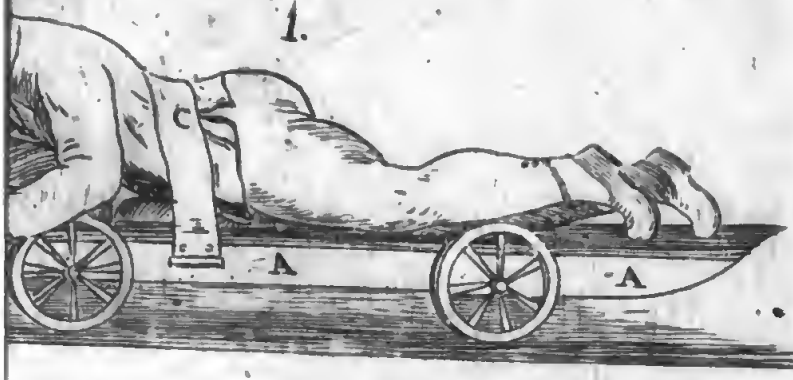

B
F



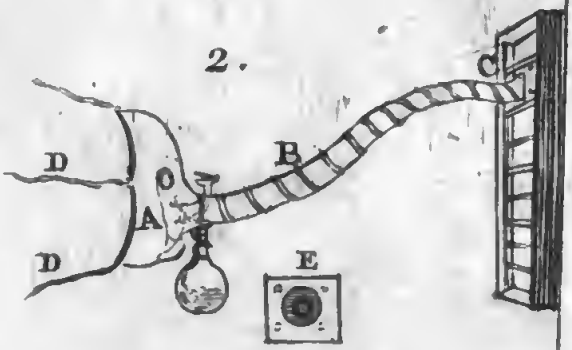

C
A
B
E
1.
D
4.
E
C
3.
E
B

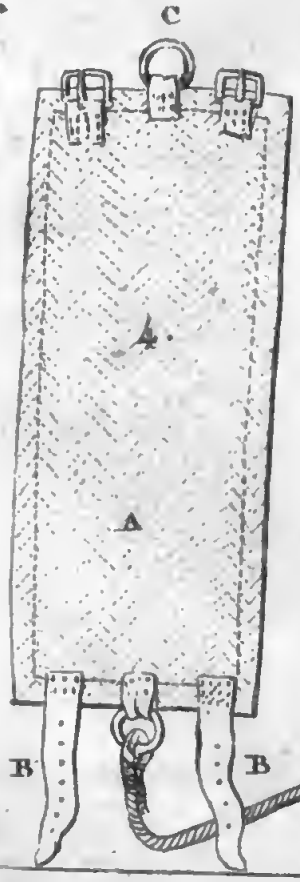


1.



2.





BIBLIOTECA